Zellstudien.

Habilitationsschrift

der

hohen medicinischen Facultät zu Rostock

behufs

Erlangung der Venia legendi

vorgelegt von

Dr. Friedrich Reinke.

1893

Sep.-Abdr. a. d. A. f. m. Anatomie.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553619_0150

(Aus dem anatomischen Institut zu Rostock.)

Zellstudien.

Von

Dr. **Friedrich Reinke,**

Privatdocent und Prosektor am anatomischen Institut in Rostock.

Hierzu Tafel XXII—XXIV und eine Figur im Text.

Inhalt.

A. **Etwas über die feinere Struktur der Keimschichtzellen der menschlichen Haut.**
B. **Ueber Leukocyten, Körnchenzellen, fixe Bindegewebszellen (Zellplatten), und Bildung collagener und elastischer Fasern.**
C. **Ueber Pigment, seine Entstehung und Bedeutung (Trophoplasten).**
D. **Ueber die Struktur des Kerns (Oedematin, Verhalten der Nucleolen in der Mitose, Kernmembran, Polfeldanordnung).**
E. **Ueber Differenzirung verschiedener Kernarten.**

Einleitung.

„Die menschliche Histologie ist mit wenigen Ausnahmen so vollständig bearbeitet, dass ohne bedeutende Verbesserung unserer optischen Hülfsmittel wenig Ausbeute in diesem Felde der Forschung mehr in Aussicht steht. Nur durch Anwendung neuer Methoden in der Untersuchung, dürften noch einige Resultate zu erzielen und zweifelhafte Fragen zur Entscheidung zu bringen sein.“

So leitet der Altmeister unserer Färbetechnik J. Gerlach im Jahre 1858 seine „Mikroskopischen Studien“ ein. Es ist nützlich an diesen vor 35 Jahren gethanen Ausspruch zu erinnern und zugleich darauf hinzuweisen, welche eminenten Fortschritte die mikroskopische Forschung seitdem gemacht hat, da es auch jetzt eine pessimistische Strömung giebt, die „den Rahm für abgeschöpft“ hält.

Neben der Auffindung günstiger Objekte haben wir thatsächlich durch die Verbesserung der Methoden, sei es auf physikalischem, sei es auf chemischem Wege, die Möglichkeit erhalten,

weiter zu kommen. Grade wie vor 35 Jahren ist auch heute nicht zu sagen, wie wir tiefer in die Geheimnisse des organischen Lebens eindringen werden, dass es aber eine andere Grenze als in der vorübergehenden Unfähigkeit des Menschen giebt, die vorhandenen Mittel methodisch auszunutzen, möchte ich bezweifeln.

Die geringen Beiträge zur Kenntniss der Zelle, die ich bei meinen Studien errungen habe, sind an günstigen Objekten fast alle durch Anwendung neuerer Methoden gewonnen, die ich theils anderen verdanke, theils selber ausprobirt habe. Leider haben diese Studien dadurch etwas Zerstückeltes, dass sie sich nicht mit einem Kapitel allein beschäftigen. Doch hat dies seinen Grund darin, einmal, dass meine Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten gemacht wurden, sodann aber dieselben sich nach dem jeweiligen Material richten mussten, was nicht immer derartig zur Hand ist, dass man in gegebener Zeit ein Problem nach jeder Richtung hin zur Lösung bringen kann; ich rechne dabei in vielen Punkten auf die Folgezeit.

Was die Darstellung betrifft, so kam es mir hauptsächlich darauf an, möglichst klar und einfach zu sein. Es erscheint mir dies auf einem Gebiet, das an und für sich schon schwierig genug ist und wo Wahrheit und Schein so schwer auseinander zu halten sind, in besonderem Maasse nothwendig zu sein. Aus diesem Grunde sind die Zeichnungen meistens in möglichst grossen Dimensionen und übersichtlich angelegt. Sollte meine Absicht, vor Allem verständlich zu sein nicht ganz gelungen erscheinen, so liegt das sicher nicht am Willen. Wenn auch die Art der Darstellung wesentlich Sache des persönlichen Geschmacks ist, sollte uns jüngern aber nicht doch auch hierin Henle ein unerreichtes Muster sein?

Obschon ich eine genaue literarische Uebersicht aufs Höchste schätze, so lag doch eine Besprechung der gesammten Literatur deshalb nicht im Plan, weil die einzelnen Kapitel, aus oben angeführten Gründen, nichts Abgerundetes bieten konnten. In allen nothwendigen Fällen ist aber auf die Literatur natürlich hingewiesen worden.

Ein kleiner Theil meiner Beobachtungen wurde noch im Kieler anatomischen Institut, der grössere und wichtigere hier in Rostock gemacht. Den Leitern beider Institute bin ich dankbarst verpflichtet, für das mir in beiden Zeiten gezeigte Inter-

esse an meinen Bestrebungen, für vielfache Anregungen, Rathschläge und Unterstützungen; damit wird ja die Selbstständigkeit meiner Arbeit, die alleinige Verantwortlichkeit meines Urtheils nicht beeinträchtigt.

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass ich hier und da, wo ein exakter Nachweis vorläufig noch nicht ganz möglich war, der Hypothese nicht entrathen konnte. Ich verweise aber auf die Worte Henle's in dem Programm der „Zeitschrift für rationelle Medicin": „Ausgerüstet mit Hypothesen, die dem Forscher nur nicht an's Herz gewachsen sein dürfen, wird er mehr und manches richtiger sehen" und im „Handbuch der rationellen Pathologie": „Der Tag der letzten Hypothese wäre auch der letzte Tag der Beobachtung..... Eine Hypothese, die durch neue Fakten verdrängt wird, stirbt eines ehrenhaften Todes; hat sie gar die Thatsachen, durch welche sie vernichtet wurde, selbst zu ihrer Prüfung heraufberufen, so verdient sie ein Monument der Dankbarkeit."

A. Etwas über die feinere Struktur der Keimschicht der menschlichen Haut.

Taf. XXII, Fig. 1.

In diesem Archiv Bd. 42, pg. 1 ff. hat Kromayer „über das Oberhautpigment der Säugethiere" eine Arbeit veröffentlicht, in der er in Begründung einer neuen Lehre über die zwischen den Zellen liegenden Chromatophoren und der Genese des Pigments, zu der Ansicht kommt, dass die Chromatophoren keine Zellen seien, sondern zu Pigment umgewandelte Fibrillen der Epithelzellen. Er bezieht sich dabei auf die Thatsache, dass man nicht im Stande sei zu sagen, wo höre die Protoplasmafaser der einen Zelle auf, wo fange die der andern an.

Die Kromayer'sche Methode ist sehr schön, allein seine Deduktionen dürften schwerlich allgemeinen Beifall finden. Ich habe schon vor mehreren Jahren im Kieler Institut die Fibrillen dieser Zellen auf folgende Weise zur Darstellung gebracht. Von menschlicher Fingerhaut, in Alkohol gehärtet, werden sehr dünne Paraffinschnitte mehrere Tage in concentrirt alkoholischer Saffraninlösung, die halb mit Wasser verdünnt ist, gefärbt, in Wasser gut abgespült, in Jodjodkalilösung 1—3 Stunden gelegt, in absolutem Alkohol mit Pikrinsäure, von der Farbe eines Rheinweins, diffe-

renzirt, noch einmal in reinen absoluten Alkohol gethan und in Bergamottöl (ev. Nelkenöl) und Lack gelegt. Ein derartiges Präparat, aus dem mittleren Theil der Schicht ist in Fig. 1, Taf. XXII abgebildet. Der Zellleib ist roth, in ihm sieht man die sich kreuzenden dunkelrothen Fibrillen, die sich in die Intercellularbrücken fortsetzen, ob alle Fibrillen continuirlich die Zelle durchlaufen, ist mir sehr unwahrscheinlich, an einigen kann man es sicher verfolgen.

Um den Kern herum scheint ein Netzwerk zu liegen, in das ein Theil der Fibrillen sich einsenkt. Die Intercellularlücken sind überall als helle Räume deutlich zu sehen. Die Brücken zeigen in ihrer Mitte knopfartige, in manchen Fällen walzenförmige Verdickungen, wie Ranvier und Blaschko das beschrieben haben. Ausserdem sieht man in fast allen Zellen rothe körnige Massen, die hier nur bei a und b wiedergegeben sind und die theilweise zu Kreisen angeordnet, namentlich um den Kern und die Peripherie der Zelle sich finden und die möglicherweise das sind, was Manille Ide als Membran beschrieben hat. Sind diese Zellen länger ausgezogen, die Fibrillen dicker, wie an der abgebildeten Stelle, so können die Intercellularlücken, wenn die Schnitte nicht sehr dünn sind, verdeckt sein, sie fehlen aber niemals. Natürlich, wenn man die Fibrillen allein färbt, ohne die interfibrillare Substanz, so kann man die Intercellularlücken nicht sehen. Es ist also in der menschlichen Haut Ende und Anfang der Zellfibrille wohl erkennbar, jedes Zellindividuum für sich abgegrenzt. Die morphologische Bedeutung der Knöpfe ist nicht klar. Ich sehe dieselben auch sehr deutlich in einem mit Flemming'schem Gemisch fixirten und Gentiana gefärbten Epitheliom der menschlichen Lippengegend. Auch mit der Kromayer'schen Methode werden dieselben gut dargestellt, wie ich an einem so behandelten Präparat sah, das Herr Professor von Brunn die Güte hatte mir zu zeigen. Vielleicht könnte man daran denken, dass sie multiplen Zwischenkörperchen entsprechen, wie dieselben von Flemming (dieses Archiv, Bd. 37) an Bindegewebs- und Hodenzellen beschrieben sind, es wären dann Homologa der pflanzlichen Zellplatten, doch liesse sich das nur an sich theilenden Zellen feststellen und möchte ich diese Deutung nicht als meine feste Ansicht hinstellen. Mit diesen Befunden fällt das Hauptargument von Kromayer über die Natur der Chromato-

phoren. Ueber seine Theorie der Pigmentbildung durch Zerfall der Fibrillen kann ich hier nur sagen, dass ich dieselbe durch die beigebrachten Argumente in keiner Weise für wahrscheinlich gemacht halte. An so kleinen Objekten dürfte es überhaupt doch wohl misslich sein, die schwierige Frage nach der Bedeutung und Entstehung des Pigments zu entscheiden oder auch nur unserem Verständniss näher zu bringen.

B. Ueber Leukocyten, Körnchenzellen, fixe Bindegewebszellen (Zellplatten) und Bildung collagener und elastischer Fasern.

Taf. XXIII, Fig. 11—18.

Flemming[1]) zuerst und nach ihm M. Heidenhain[2]) haben die Sphärenstrahlung an Leukocyten des Salamanders beschrieben und letzterer an Sublimatpräparaten Radiensysteme mit concentrischen Kreisen verdickter Partien dargestellt. Ich kann an meinen Präparaten des Bauchfells junger Salamanderlarven die Heidenhain'sche Darstellung im Grossen und Ganzen bestätigen, doch finde ich einige, wohl durch die verschiedenen Methoden hervorgerufene, allerdings nicht unwichtige Differenzen. Meine Larven wurden in Hermann'schem Gemisch fixirt, in Leitungswasser ausgewaschen und in Merkel'scher Flüssigkeit (Alkohol, Glycerin, Wasser u. a.) aufbewahrt, mit Fuchsin und Methylenblau nach Ehrlich gefärbt, in Alkohol-Orange G differenzirt und durch Bergamottöl in Lack gebracht. Es waren also keine Schnittpräparate. Zunächst finde ich nicht, dass der ganze Körper des Leukocyten aus Fäden besteht. Vielmehr sehe ich eine körnig netzförmige Struktur, wobei nicht zu entscheiden, ob es wirkliche Körner oder nur Netzknoten sind, auch nicht ob diese feinkörnigen Bildungen in Fäden oder ausserhalb liegen, zwischen dieser Struktur sehe ich eine hellere Masse. Diese Verhältnisse sind in Fig. 11 angedeutet. Ausserdem sehe ich Fäden von Centrosomen ausgehend und theilweise concentrische Kreisbögen bildende stärkere Körner (Mikrosomen). Ferner finde ich in ruhenden oder fast ruhenden Zellen (Fig. 11) die Fäden im Wesentlichen von gleicher Stärke, bei offenbaren Kriechformen

1) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXXVII.

2) Ueber Kern und Protoplasma, Köllicker's Festschrift.

aber (Fig. 12 u. 13) sehe ich die Fasern in ihrer ganzen oder theilweisen Ausdehnung sehr beträchtlich verschieden an Stärke, wobei sehr häufig gerade die längsten die stärkeren sind. Ich unterscheide daher feine Strahlen oder Strahlen I. Ordnung von stärkeren Strahlen oder Strahlen II. Ordnung. Auch die aus Verdickung der Fäden bestehenden Körner der concentrischen Kreisbögen sind in ruhenden Zellen manchmal nicht sichtbar (Fig. 11), bei Kriechformen dagegen (Fig. 12 u. 13) theilweise sehr deutlich. Beide Strukturen scheinen demnach einem bedeutenden Wechsel zu unterliegen und zwar erscheint dieser Wechsel parallel den Bewegungsvorgängen, dem Vorstrecken und dem Contrahiren des Protoplasmas. So sieht man bei a u. b, Fig. 12 offenbar contrahirte Partien, mehrere Strahlen I. Ordnung und keine concentrische Verdickungsreihen. Dagegen bei d, offenbar einer vorschreitenden Partie, 3 Strahlen II. Ordnung und keine concentrische Verdickungen, bei c vielleicht einen Uebergang aus dem Vorstrecken in die Ruhelage oder beginnende Zurückziehung. Fig. 13 zeigt bei a u. b die nämlichen Gegensätze. Ich erwähne noch, dass Fig. 12 bei d in auffälliger Weise der Abbildung ähnelt, die O. Hertwig, Entwicklungsgeschichte Fig. 13 von der Bildung der Polzellen bei Asterias glacialis gibt, es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass in beiden Fällen eine ähnliche Mechanik und Morphologie der Plasmabewegung vorliegt. Besonders auffällig ist ferner bei den Zellen in amöboider Bewegung die territoriale Abgrenzung der sich vor- und zurückschiebenden Protoplasmapartien, die im ersteren Fall meist Strahlen II. Ordnung zeigt. So Fig. 12 an verschiedenen Stellen, bei c und d der Anfang der Rückwärts- und Vorwärts-Bewegung, bei A das Ende der Rückwärtsbewegung, noch deutlicher ist dies bei Fig. 13 a u. b, wo Strahlen I. u. II. Ordnung sich wirklich an einander zu verschieben scheinen. Ein Blick auf die Abbildungen wird das Gesagte wohl am Besten erläutern. In die Mechanik dieser Phänomene werden wir aber wohl auf theoretischem Wege noch nicht recht eindringen können. Die Aehnlichkeit mit quergestreiften Muskelfasern, die M. Heidenhain heranzieht, ist ja in gewisser Beziehung auffallend, allein mit dem grossen Unterschied, dass wir es hier mit wieder verschwindenden Erscheinungen zu thun haben. Eher scheint mir der umgekehrte Weg zu empfehlen, nämlich die Contraktion und Ausdeh-

nung des Protoplasma am vorliegenden Objekt genauer zu studiren und das Resultat auf die viel complicirteren Verhältnisse des Muskels zu übertragen. Dazu sind aber experimentelle sehr eingehende Studien an lebenden und fixirten Leukocyten nothwendig, mit Vermeidung aller Schnittpräparate. Ich füge noch hinzu, dass Flemming in seinem grossen Buch erwähnt, dass er ähnlich wie an Bindegewebszellen, nur feiner, Fäden an lebenden Leukocyten beobachtet hat, es wird also vielleicht möglich sein, diese Strukturen an ein und derselben Zelle lebend und fixirt zu beobachten. Endlich erwähne ich noch, dass ich in Fig. 11 einen Leukocyten dargestellt habe, dessen Kern sich wahrscheinlich mitotisch getheilt hat, wie ich denn zahlreiche Leukocyten in mitotischer Theilung und mit Lochkernen, ganz wie Flemming im Bauchfell finde, an jedem derselben ist ein kleines Loch an der Stelle, wo die Strahlen wahrscheinlich im Centrosomen zusammenlaufen. Auch hier scheint, wie ich[1]) es zuerst an dem Bauchfell der Ratte experimentell wahrscheinlich gemacht habe, und wie Meves[2]) es dann am Salamander sehr schön bewiesen hat, das Centrosomen mit umgebendem Sphärentheil die mechanische Ursache der Lochbildung zu sein. Während in Fig. 11 die Kerne vollständig getrennt sind, ist die Trennung des Zellleibes erst ganz wenig im Werden, dabei sieht man in schönster Ausbildung eine Zellplatte. Eine ebensolche an fixer Bindegewebszelle zeigt Fig. 18, wie ich sie öfters fand neben multiplen und einfachen Zwischenkörperchen, so, dass ich der Ansicht Flemming's, dass letztere rudimentäre Zellplatten seien, durchaus zustimme. Derartige Zellplatten sind ja von Flemming an Knorpelzellen, ferner von Carnoy, R. Hertwig und Henking an vielen Orten beschrieben worden.

Körnchenzellen.

Taf. XXIII, Fig. 14 u. 15.

Diese Zellen kommen bekanntlich massenhaft im Bindegewebe des Salamanders vor, sie sind hier reich verästelt und sehr gross. (In der Abbildung sind sie im Verhältniss zu den Leukocyten des Raumes wegen viel zu klein gezeichnet.) Sie

1) Untersuchung der biologischen Bedeutung der von Arnold beschriebenen Kernformen. Kiel, Dissertation.

2) Kieler Dissertation.

entsprechen offenbar den Körnchenzellen oder Mastzellen der Säugethiere. Soviel ich sehe sind bisher noch niemals Mitosen in ihnen nachgewiesen worden. Ich bin in der Lage, eine derartige in Fig. 15, Taf. XXIII abzubilden. Der Zellleib hat sich im Wesentlichen contrahirt, bis auf einige Portionen, die aber, nach der Lage, zu ihm gehören, die Körnchen freien Protoplasmaverbindungen sind nur nicht sichtbar. Im selbigen Präparat ist noch eine derartige contrahirte Körnchenzelle aber ohne Mitose. Leider war von einer Sphärenstrahlung nichts nachzuweisen. In Fig. 14, Taf. XXIII bilde ich eine andere Körnchenzelle ab, die offenbar in Kriechbewegung ist. Der Kern ähnelt dabei dem der Leukocyten ausserordentlich. Sollten auch diese Zellen sich direkt theilen können? In beiden abgebildeten Zellen und vielen anderen jungen Larven fällt die ungleiche Grösse und Färbbarkeit auf, es dürfte das der Ausdruck des Bildungsprocesses sein.

Bildung collagener und elastischer Fasern und körnige Substanz der fixen Bindegewebszellen.

Flemming hat in den „internationalen Beiträgen zur wissenschaftlichen Medicin", Festschrift Rudolf Virchow gewidmet zur Vollendung seines 70. Lebensjahres I 213, die Bildung der collagenen Fibrillen innerhalb der Zellen des fixen Bindegewebes nachgewiesen. Bei Anschauung derartiger Präparate zweifle ich keinen Augenblick an der Sicherheit des Nachweises und ist mir auch die Disse'sche Kritik in Merkel's „Ergebnissen der Anatomie" 1891 nicht recht verständlich, der der Annahme Raum gibt, es könnte sich um Verbackungen handeln. Die Sache ist doch die: Das Bauchfell der Salamanderlarve zeigt einmal durchgehend collagene Fibrillen dicht aneinander liegend, die sehr leicht zu sehen sind, und ihnen anliegend platte verästelte Zellen mit sehr deutlichen Kernen. Bisher konnte man nun an andern Objekten nicht entscheiden, ob die Fibrillen in oder nur an dem Protoplasma der Zellen lägen, dass dieselben über die Grenzen der Zellen hinausgehend auch in der Intercellularsubstanz liegen ist wohl niemals bezweifelt worden. Nun ist in diesen Präparaten die Beziehung der Fibrillen zum Protoplasma an ruhenden Zellen ebensowenig wie sonst zu entscheiden, weil das letztere sehr dünn und blass ist. Während der Mitose aber contrahirt sich das Plasma dieser Zellen einerseits und ihre Grenzen

sind scharf zu sehen, sodann wird, wie auch bei anderen Gewebszellen, alle Struktur der Zelle deutlicher und besser isolirt von ruhenden Zellen färbbar, woher das kommt ist bis jetzt nicht aufgeklärt. Durch diese Umstände ist es möglich aufs Deutlichste zu sehen, dass die Fibrillen, natürlich so weit sie dem contrahirten Zellterritorium entsprechen, im Protoplasma selbst liegen, also von ihm gebildet werden; breiten sich die Tochterzellen nach vollzogener Theilung wieder aus und rücken dieselben, wohl einmal durch Zwischenlagerung von Intercellularsubstanz, andererseits durch aktive Vorgänge des Protoplasmas, auseinander, so tritt natürlich das alte Verhältniss ein, die Fibrillen breiten sich mit der Zelle aus, und es ist nunmehr wieder die Entscheidung unmöglich geworden, ob die Fibrillen in oder an der Zelle liegen. Wenn sich aber sicher in der Zelle Fibrillen bilden, so ist es doch wahrscheinlich ausgeschlossen, dass sich auch einige in der Intercellularsubstanz bilden könnten.

Bei der schönen Flemming'schen Darstellung habe ich es für überflüssig gehalten, sie nochmals abzubilden, nur in Fig. 18 ist im Interesse der Zellplattenbildung eine derartige Zelle flüchtig skizzirt. Sie hätte im Verhältniss zu den Leukocyten viel grösser gezeichnet werden müssen.

Schwieriger erscheint mir jetzt die Frage der Bildungsart der Fibrillen selbst. Flemming ist der Ansicht, dass die Zelle auswächst und damit die in ihr liegenden Fibrillen. Nun ist ja aber wohl das Wachsthum jeder Zelle ein begrenztes, es müsste demnach das Wachsthum der Fasern in der Zeit bald nach der Theilung der Zelle geschehen, in dem Zeitraum, wo die Tochterzelle wieder die Grösse der Mutter erreicht, um sich dann wieder weiter zu theilen oder ungetheilt zu bleiben. Offenbar wird diese Art der Vergrösserung der Fibrillen vorkommen und zunächst wohl die einzige sein. Nach der Theilung rücken ja aber auch die Zellen auseinander und es scheint mir wahrscheinlich, dass durch das mechanische Auseinanderrücken der beiden getheilten Zellen durch Intercellularsubstanz, während die Fibrillen natürlich in Continuität bleiben, diese sich gleichsam aus dem Zellleib herausspinnen, während indess das körnig netzige Protoplasma, das man um den Kern liegen sieht, für die Fibrillen neue Substanz bildet, es wäre das also ähnlich, wie man einen Wollfaden aus der losen Wolle ausspinnt, nur mit dem grossen

Unterschied, dass hier das Plasma sich selbst durch Wachsthum ersetzt.

Nun fragt es sich, und diese Frage gilt auch für ähnliche Verhältnisse am Haar und vielleicht auch für die Zellen der Keimschicht in modificirtem Sinne: Sind die Fibrillen gleich beim Entstehen aus dem netzigen oder schaumigen Plasma (diese principielle Frage ist dabei gleichgültig) sofort specifische Fibrillen, hier collagene Fasern, dort Hornfasern, oder wird zunächst eine indifferente, noch protoplasmatische Fibrille gebildet, die dann erst sekundär, durch Aufnahme, Bildung oder Durchtränkung, Imbibirung, Imprägnirung, oder wie man es nennen will, eines specifischen Stoffes, (der specifisch von der Zellenart gebildet wird, die Protoplasmafasern je nachdem) zur collagenen oder zur Hornfibrille wird. Mir will dieser Weg der wahrscheinlichere dünken, obschon ich gern zugebe, dass diese Ansicht noch durchaus hypothetisch ist. Zum Beweise müsste man im Haar Keratohyalin, in anderen Horngebilden Fibrillen nachweisen können. In diesen Bindegewebszellen wäre das Verhandensein collagener Substanz oder ihrer Vorstufen nachzuweisen.

Nun liegt, wie mir scheint, der mangelhafte Nachweis des Keratohyalins im Haar nur daran, dass wir noch keine specifische Reaktion für Keratohyalin haben, mir ist doch sehr wahrscheinlich, dass es gefunden werden wird, es wird eben sehr fein vertheilt sein. Für die Zellen der Keimschicht sind die Fibrillen nachgewiesen, für die Henle'sche Schicht der inneren Wurzelscheide hat, wie ich hier erwähnen darf, Herr Professor von Brunn dieselben in allerjüngster Zeit aufs Schärfste dargestellt.

Ich finde nun in diesen Bindegewebszellen zahlreiche, im netzigen Protoplasma liegende, färbbare Körnchen, die vielleicht etwas Derartiges sein könnten. In Fig. 16, Taf. XXIII, wo dieselben besonders deutlich waren, habe ich sie abgebildet. Sie liegen in Arkaden angeordnet, kreisartig um die Mitose herum, in vielen Zellen sind sie viel undeutlicher zu sehen, so in Fig. 17, in anderen sehe ich sie sogar garnicht, das mag aber an der Mangelhaftigkeit der Methode liegen. Auch in ruhenden Zellen sehe ich sie, aber nur bei sehr starker Färbung, es ist eben in ruhenden Zellen alles Strukturelle schwerer zur Darstellung zu bringen. Natürlich müssen diese körnigen Massen chemisch genauer untersucht werden, was mir vorläufig wegen Mangel an frischem Ma-

terial nicht möglich ist. Ob diese Körner in der Filarmasse oder Interfilarmasse sind, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Trotz dieser Unsicherheiten möchte ich diese Fragestellung einmal hervorheben, ohne eine Hypothese aufzustellen.

Ein zweiter Punkt ist die Frage nach der Bildung der elastischen Fasern, die bis jetzt noch recht dunkel erscheint. Ihre Entstehung aus dem Kern (die Henle[1]) erst aufgestellt, dann selbst widerrufen hat, und die dann von Kuskow[2]) in modificirter Weise wieder aufgenommen ist), dürfte wenig Anhänger haben.

Bisher war der Streit darüber, ob sie aus der Grundsubstanz (Ranvier) oder aus dem Zellprotoplasma (M. Schultze) entstehen, schwer zu entscheiden. Jetzt, nachdem wir wissen (Flemming), dass die collagenen Fasern aus dem Plasma der Zelle entstehen, ist uns diese Frage wieder näher gerückt.

Nun wissen wir aber, dass in früher Zeit, wo schon collagene Fasern vorhanden sind, sich noch keine specifisch elastischen Fasern durch Essigsäure oder Kalilauge (Kölliker, Flemming) nachweisen lassen. Und doch ist es schwer, mit der Topographie des Bindegewebes zu vereinigen, dass die elastischen Fasern erst später hineinwachsen, wenn man nicht annehmen will, dass dieselben sich direkt aus der Grundsubstanz bilden. Für diese frühere Ansicht der Bildung collagener Fasern, war auch die Entstehung der elastischen Fasern viel leichter zu erklären. Wie aber denken wir uns jetzt nach der Flemming'schen Arbeit die Sache? Kölliker hat schon vorher in seiner „Allgemeinen Gewebelehre" durchweg den Standpunkt vertreten, dass die elastischen Fasern sich zunächst als collagene oder indifferente Fäserchen anlegen. Und dieser Standpunkt scheint nach Allem, was wir wissen, der wahrscheinliche zu sein.

Dabei stösst man aber auf eine grosse Schwierigkeit. Die collagenen Fasern verlaufen bekanntlich ungetheilt, die elastischen dagegen verästeln sich. Ich sehe hierbei ganz ab von speciellen Fällen, wie dem reticulären Bindegewebe der Lymphdrüsen etc., sondern denke zunächst nur an das gewöhnlich lockere Bindegewebe. Wie sollen da aus unverästelt verlaufenden colla-

1) Henle, Allgemeine Anatomie, 1840.
2) Dieses Archiv, Bd. XXX.

genen Fibrillen, verästelte elastische Fasern werden? Es wäre das doch nur so denkbar, dass sich zunächst Bündel von collagenen Fasern bildeten, die sich im weiteren Verlauf theilten, durch Auffassung und so die sich theilenden Anlagen der elastischen Fasern darstellten. Es müssten diese Bündel dann durch eine Scheide- oder Kittsubstanz oder Derartiges zusammen gehalten werden und später durch eigenen Stoffwechsel oder Intussception sich in elastische Fasern umwandeln. Wäre das richtig, so müsste man schon in sehr früher Zeit, wo sich die collagenen oder indifferenten Fasern bilden, Zellen treffen, wo diese zu dünnen Bündeln angeordnet sind, die etwa den elastischen Fasern entsprechen könnten. Dies kommt nun thatsächlich vor. Eine derartige Zelle habe ich in Fig. 17 abgebildet. Derartige Bündel collagener Fasern färben sich in der Regel intensiver, was vielleicht daran liegt, dass eine Kittsubstanz die Fibrillen vereinigend, stärker färbbar ist, sehr möglich aber auch, dass durch die natürliche Verklebung allein diese Färbbarkeit veranlasst wird. Es ist natürlich im einzelnen Fall sehr möglich, dass auch collagen bleibende Fasern verkleben, ja es ist zuzugeben, dass hier und da derartige Verklebungen rein artificiell sind; in derartigen Fällen wie Fig. 17 aber, wo mehrere so ausserordentlich geschlängelt verlaufende Bündel verkleben, spricht manches durchaus dagegen, dass es reine Artefakte sind. Es ist nicht einzusehen, weswegen bei blosser Verklebung die Bündel nicht von sehr verschiedener Dicke sein sollten, weshalb bei derartig geschlängeltem Verlauf, wie bei a u. b Fig. 17, gerade diese Fibrillen untereinander verkleben und nicht mit den gewiss doch daneben liegenden anderen Fibrillen und besonders ist nicht einzusehen, warum die Fibrillen immer zu so verhältnissmässig feinen Bündeln verkleben sollten, weshalb nicht gleich Theile oder die Hälfte der Zelle? Wenn ich auch gern zugeben will, dass in gewissen anderen Fällen artificielle Verbackungen vorkommen mögen, derartige Bündel, wie Fig. 17 zeigt, halte ich für natürliche Vorkommnisse. Sicherlich dürften aber Fasern, die später zu elastischen werden, schon in ihrer Anlage different sein von der grossen anderen Menge von Fasern, die es nicht werden. Unsere Mittel reichen nur bis jetzt noch nicht aus, um dies zu erkennen. Nun drängt sich ferner die Frage auf, werden in ein und derselben Zelle collagen bleibende und elastisch werdende Fasern gebildet,

oder sind derartige Zellen, die elastische Faserbündel erzeugen, specifisch verschieden von denen, die dies nicht thun? Die Frage ist thatsächlich schwer zu entscheiden, theoretisch erscheint es mir aber doch höchst unwahrscheinlich, dass ein und dieselbe Zelle beide Faserarten bilden sollte. Derartige Zellen, wie Fig. 17 abbildet, erscheinen in meinen Präparaten grösser und verästelter als Zellen vom Habitus, Fig. 18 (diese ist hier allerdings aus Platzmangel viel zu klein gezeichnet). Nun finden sich aber thatsächlich in vielen Zellen mit grösstentheils einzelnen Fasern auch des Oefters derartige allerdings weniger dichte Faserbündel; ob das auch wirklich artificielle Verbackungen sind, ob auch collagen bleibende Fasern unter Umständen derartige Bündel bilden können, ob endlich doch ein und dieselbe Zelle Fasern verschiedener Art zu bilden vermag, muss ich dahin gestellt sein lassen. In Zellen wie Figur 17 konnte ich keine einzelnen Fasern nachweisen, bin auch überzeugt, dass nicht etwa mangelhafte Färbung daran schuld ist, denn die Tinktion ist, wie die Erscheinung der Kernspindel zeigt, eine sehr vollkommene.

Gewiss sind durch diese Befunde die aufgeworfenen Fragen noch nicht definitiv entschieden, man wird an anderen Objekten (Nackenband, Netzknorpel) weitere Untersuchungen machen müssen. Ich constatire aber, dass derartige feine Faserbündel vorkommen und halte es für möglich, dass aus ihnen, indem sie sich ausserhalb der Zelle spalten, die späteren getheilten elastischen Fasern werden.

Vielleicht käme man dem Ziel näher, wenn man ein Mittel fände, junge elastische Fasern von den Theilungsstellen aus zu spalten. Nicht als ob ich meinte, dass man jede dickere elastische Faser in Fasern zerlegen könnte, daran wird schon deshalb schwerlich zu denken sein, weil es ja ganz sicher erscheint, dass dünne elastische Fasern zu dicken auswachsen können, wie man z. B. am Nackenband jüngerer und älterer Kälber sehen kann.

Schwalbe[1], der zuerst diese Verklebungstheorie aufstellte, konnte bekanntlich durch Alkalien eine zarte, periphere Hülle oder Scheide nachweisen, welche sich stärker widerstandsfähig zeigte als die stark lichtbrechende aus Elastin bestehende innere Substanz der Faser und durch Maceration in dünner Chromsäure und faulendem Wasser gelang es, einen queren

1) His und Braunes Archiv II, p. 236.

Zerfall der Faser in kurze Segmente zu erhalten und Aehnliches berichtet Mall[1]). Dies Verhalten widerspricht meiner Annahme aber nicht, wenn man bedenkt, das ja auch Muskelfibrillen sich quer zerlegen lassen. Schliesslich füge ich hinzu, dass ich in jungen Rattenschwanzsehnen, wo man, wie Kölliker nachgewiesen hat, ein weitmaschiges Netz elastischer Fasern zwischen den groben Bündel collagener Fibrillen findet, glaube eine derartige Spaltbarkeit, wie oben erwähnt, nach Behandlung mit Lysol gesehen zu haben und habe auch schon in meiner ersten Publikation über Lysolwirkung darauf hingewiesen, dass es vielleicht mit diesem Mittel gelingen würde, die Genese der elastischen Fasern herauszubekommen. Die Versuche müssen an älteren Salamanderlarven wiederholt werden. Leider stehen mir augenblicklich solche nicht zu Gebot.

C. Ueber Pigment, seine Entstehung und Bedeutung.

Die Frage nach dem Wesen, der Entstehung und Bedeutung des Pigments steht seit einigen Jahren im Vordergrund des Interesses. Namentlich haben sich die Dermatologen der Frage bemächtigt und zwar theilweise mit überraschendem Erfolg. In allerneuester Zeit hat Kromayer l. c. die Entstehung des Pigments aus dem Zerfall von Epithelfibrillen und das Vergehen desselben durch Aufbau zu ebensolchen Fibrillen als „einzig mögliche“ Erklärung seiner Präparate aufgestellt. Auf der anderen Seite leitet Mertsching[2]) das Pigment ab vom „Zerfallsprodukt“ der Kerne, des Chromatins, vom Keratohyalin und beweist seine Annahme mit derselben Eleganz.

Wir wissen über das Pigment bekanntlich bis jetzt sehr wenig, wir wissen nur, dass es eine ganz ausserordentliche Verbreitung im thierischen und menschlichen Körper hat, dass es auch an Orten vorkommt, wo von einer rein optischen Wirkung keine Rede sein kann. Ich erinnere an die Ganglienzellen, Thyreoidea, Nebenniere, Riechschleimhaut u. d. O. Dass es aber keine rein zufällige oder nebensächliche Bedeutung für den Stoffwechsel haben dürfte, dafür spricht dies ausgedehnte Vorkommen. Mir erscheint auch hier der vergleichend anatomische Weg noch

1) Bericht d. sächsischen Akademie d. Wissenschaften, Bd. XVII.
2) Virchow's Archiv, Bd. 116.

am meisten Aussicht auf Erfolg zu haben, zumal wir auf diese Weise unsere Studien an bedeutend günstigeren Objekten, wie die menschliche Haut ist, machen können.

Fassen wir den Begriff des Pigments zunächst so weit, dass wir darunter überhaupt nur einen in Organismen vorkommenden Farbstoff verstehen, so müssen wir uns daran erinnern, dass der grüne Farbstoff der Pflanzen, das Chlorophyll von so eigenartiger und eminenter Bedeutung ist, dass ohne ihn die organische Welt überhaupt nicht denkbar wäre. Ferner wissen wir, dass der Farbstoff des rothen Blutkörperchen, das Produkt gewisser Zellen für den thierischen Stoffwechsel von allergrösster Bedeutung wieder ganz andersartig wirkt wie das Chlorophyll. Da ist der Gedanke an und für sich nicht von der Hand zu weisen, dass auch noch andere Farbstoffe, deren Bedeutung uns bisher vollkommen räthselhaft ist, eine solche von ungeahnter Tragweite zu kommen mag, zumal wir nach Thatsachen aus der Pathologie ein solches Verhalten nicht gut von der Hand weisen können.

Es schien mir deshalb nothwendig, zunächst einmal eine fundamentale Untersuchung anzustellen, wie sich Pigment morphologisch im thierischen Körper überhaupt bildet und wie weit es etwa mit Gebilden bekannter Art in der Pflanzenwelt zu vergleichen wäre.

Ich habe deshalb das reichlich vorhandene Pigment im parietalen Bauchfell der Salamanderlarve studirt und gebe im Folgenden meine Befunde. Dies Bauchfell ist deshalb so ungemein günstig, weil die grossen verästelten Pigmentzellen hier vollkommen platt liegen und man gegenüber der viel ungünstigeren Schnittmethode, hier die topographische Lage sicher übersieht und es stets mit ganzen Zellen zu thun hat. Es ist das einer der bewundernswerthen Errungenschaften Flemming'scher Technik, der übrigens schon in seinem grossen Buch p. 56 dies Objekt zum Studium des Pigments als sehr dankbar empfohlen hat, auch hieran das Vorkommen von Mitosen nachgewiesen hat. Es kommen hier zwei verschiedene Zellenarten des Pigments von gleicher Form vor, sofern man von den Contraktionszuständen, die beiden in gleichem Maasse eigen sind, absieht. Die einen sind vollgepfropft von kleinen oder grössern Stäbchen, Körnern, Prismen und polygonalen Schollen (Taf. XXII. Fig. 3 u. 4). Man

kann diese Gebilde eigentlich kaum als Pigmentkörner bezeichnen, sie zeigen im Farbenbild nur, besonders während der Mitose, einen sehr zarten lavendelfarbigen Ton. Bei engerer Blende hat derselbe etwas metallisches, nur selten scheint mir derselbe einen eben noch merkbaren Stich in's Grünliche zu haben. Die Einschlüsse der anderen Art von Pigmentzellen sind Körner ungleicher Grösse, vom hellen Grün oder Gelb, bis zum Blaugrün, Braungelb und Braun. Einige derselben sind in Taf. XXII, in Fig. 6, 7, 8 und 9 abgebildet; bei a ist jedesmal eine kleinere Portion Körner bei starker Vergrösserung wiedergegeben, während in Fig. 3 und 4 die Gebilde gleich bei starker Vergrösserung in die Zellen eingezeichnet sind. Im Bauchfell des erwachsenen Thieres und anderen inneren Partien desselben finde ich nur die zweite Art von Pigmentzellen und zwar nur in den dunkelsten Farben; hellere Farben und jene eigenthümlichen Stäbchen und Schollen fehlen, wenigstens soweit ich sehen kann, auch kann ich in der Literatur keine Angaben über ihr Vorkommen finden, es dürften also nur vorübergehende Bildungen sein.

Zunächst wandte ich mich zur Untersuchung der farbigen Körner und ihres Baues.

Zur Depigmentirung wandte ich das von Unna empfohlene Wasserstoffsuperoxyd an und fand, dass sie sich auch nach Fixirung in Hermann'scher Flüssigkeit binnen 24 Stunden noch nicht ganz, nach 2—3 Tagen aber fast ganz von Pigment befreien lassen, so dass im Farbenbild (Abbe'scher Apparat und weitester Blende) nur noch ein leichter Ton bleibt. Enge Blende zeigte dann, dass sie in ihrer Form vollkommen erhalten waren. Nach noch längerem Verweilen in Wasserstoffsuperoxyd schwindet auch dieser zarte Ton vollständig. Um sicher zu sein, dass die Form der Körner auch wirklich erhalten bleibt, dass also das Substrat etwas anderes ist als das Pigment, versuchte ich die entfärbten Körner zu färben. Dies gelang mir auf folgende Weise überraschend gut. Die Präparate kommen nach 2 Tagen Wasserstoffsuperoxydbehandlung in Wasser, dann auf 2 Tage in alkoholische Saffraninlösung in $^1/_2$ mit Wasser verdünnt, dann werden sie in Orangealkohol und reinem Alkohol entwässert und durch Bergamottöl in Lack gebracht. Auf diese Weise gelang es alle ehemaligen Pigmentkörner roth zu färben; enthielten sie noch

etwas Pigment, so erhalten dieselben einen leichten Stich ins bräunlich gelbe, sonst sind sie rein roth. Taf. XXII, Fig. 10 ist eine derartig behandelte Zelle abgebildet, bei a wieder einige Körner mit starker Vergrösserung.

Da sich also das Pigmentkorn vom Pigment befreien und wieder durch einen Farbstoff färben lässt, so dürfte der Schluss gerechtfertigt erscheinen, dass das Substrat etwas Anderes ist als das Pigment. Wie findet die Bildung dieser beiden Theile statt? Wird erst das Pigment gebildet und bekommt es dann eine Hülle, oder entsteht zunächst ein organisches Korn, das entweder Pigment in sich aufnimmt, oder in sich selbst bildet.

Bezüglich erster Frage möchte ich einige optische Thatsachen anführen, die durchaus dafür zu sprechen scheinen, dass neben einer mehr diffusen Vertheilung in vielen Pigmentkörnern der Larve, also während der Bildungsvorgänge, das Pigment im Substrat eine ungleiche Vertheilung zeigt und erst später, also in dem Stadium der Reife, das ganze kugelige Substrat anfüllt.

Wir wissen, dass ein stärker als das umgebende Medium lichtbrechendes Körnchen, sei es ein Fetttropfen, sei es ein Chromatinkorn, beim Senken des Tubus dunkel, beim Heben desselben hell wird. Ein solches Korn ist in Tafel XXII, Abbildung 2, Ia gedacht. Selbstverständlich ist dieser optische Effect völlig derselbe bei allen Lagen eines solchen Kornes; haben wir es zwischen zwei Deckgläsern, so sieht es genau gleich aus, mögen wir es von der einen oder von der andern Seite ansehen. Nehmen wir dagegen ein vollständig durch und durch pigmentirtes Korn, sei es ein Karmin- oder Zinnoberkörnchen oder dergleichen, so sehen wir, wie Fig. 2, IIa zeigt, dass es beim Heben des Tubus dunkel, beim Senken desselben dagegen leuchtend wird. Auch hierbei ist die Lage desselben gleichgültig.

Untersucht man nun die Pigmentkörner der Salamanderlarve, so findet man zwar eine grössere Anzahl von Zellen mit Körnern, die sich ganz wie dies Schema II verhalten, sich also in jeder Lage beim Heben des Tubus dunkel, beim Senken leuchtend zeigen. Allein eine grosse Zahl von Zellen haben Körner, die dies Phänomen nicht zeigen, sondern die allerdings beim Senken auch leuchtend werden, beim Heben aber nicht dunkel, sondern hell. Hat man ein derartiges Präparat zwischen zwei grosse Deckgläser gelegt und sich die Stelle genau gemerkt und

dreht das Präparat derartig um, dass die untere Seite zu oberst kommt, so gewahrt man jetzt, dass dieselben Körner beim Heben des Tubus dunkel, beim Senken leuchtend werden, also jetzt ganz wie Schema II. Ich habe diese Thatsache so oft probirt und Herr Professor von Brunn hatte die Liebenswürdigkeit es zu kontroliren, dass kein Zweifel an der Thatsache möglich ist.

Wie erklärt sich dies Räthsel? Es scheint mir das Nächstliegendste, anzunehmen, dass das Pigment nicht immer gleichmässig diffus im Substrat vertheilt ist, sondern dass in manchen Zellen eine ungleichmässige Verdichtung oder Ansammlung des Farbstoffes stattgefunden hat. Ich füge noch hinzu, dass es bei diesem Phänomen gleichgültig ist, ob das Präparat in Wasser oder Lack liegt. Ich habe nun auf den Rath von Herrn Professor von Brunn einige experimentelle Versuche angestellt, die vielleicht meine Annahme unterstützen dürften.

Nimmt man ein farbloses oder fast farbloses Oel, z. B. Cedernöl und macht damit eine wässerige Emulsion, so zeigen die feinen Tröpfchen genau das Verhalten von Schema I. Nimmt man dagegen ein gefärbtes Oel, sei es stark gelbes Olivenöl oder roth gefärbtes Cedernöl, so zeigt dies als Tropfen in Wasser ein Verhalten, wie es bei IV, Fig. 2 abgebildet ist. Beim Heben des Tubus wird das Tröpfchen hell, beim Senken leuchtend. Es würde das einer diffusen Vertheilung des Pigments im Substrat entsprechen, und genau so sein, wie wir es an vielen Pigmentkörnern der Salamanderlarve finden. Genau dasselbe Verhalten zeigt ein in Wasserstoffsuperoxyd nicht vollständig depigmentirtes Körnchen. Aber bei diesem diffus gefärbten Oeltropfen ist es nun ganz gleich, ob wir denselben von oben oder unten betrachten, ganz wie in Schema IV angedeutet. Nimmt man nun unregelmässig geformte Graphitsplitter, hüllt sie in Oel ein und trifft die richtige Auswahl beim Durchsuchen des Präparats in der Wasseremulsion, so findet man zuweilen Splitter etwa von der Form III, Fig. 2, die so von Oel umhüllt sind, dass sie, obschon man sie sehr gut im Tropfen sieht, doch als Oeltropfen von der einen Seite gesehen wirken, d. h. beim Heben des Tubus hell, beim Senken dunkel werden. Andere daneben liegende, gleich grosse, enger vom Oeltropfen umhüllt, wirken ganz wie ein dunkler Körper, wie Fig. 2 II. Bei einer derartigen Vertheilung nun, wie Schema III, Fig. 2 zeigt, würde ein Pigment-

korn also von der einen Seite als Oeltropfen, von der anderen als Pigmentkorn wirken können. Denken wir uns eine derartig gestaltete Pigmentmasse in Schema IV eingezeichnet, so hätten wir genau das Verhalten der Pigmentkörner der Salamanderlarve. Es wirkte dann von der einen Seite als diffus gefärbtes Oeltröpfchen oder Chromatinkorn u. dergl., von der anderen Seite rein als Pigmentkorn. Noch besser lassen sich diese Verhältnisse an fein zerriebenem Zinnober beobachten. Der Zinnober wird gut mit Cedernöl gemengt und in Wasser emulgirt. Es lassen sich auf diese Weise grössere mit Zinnober beladene Kugeln herstellen, an denen man schon makroskopische Beobachtungen machen kann. Je nach dem Füllungszustande und der Grösse der Kugel sinken die Kugeln zum Boden des Gefässes herab oder steigen in die Höhe. An den herabgesunkenen sieht man nach einiger Zeit der Schwere folgend, den Zinnober in der rechten Hälfte sich sammeln, dabei bemerkt man aber eine eigenthümliche Oberflächenwirkung, indem, während nach einiger Zeit die obere Hälfte der Kugel im Uebrigen frei von Zinnober wird, an der Oberfläche eine feine Schicht, die Schwerkraft überwindend, als Mantel sitzen bleibt. Auch nach einigen Tagen ist nur die oberste Kuppe ganz klar geworden. An kleinen Kügelchen gewahrt man unterm Mikroskop, dass dieselben beim Heben des Tubus hell, beim Senken leuchtend erscheinen. Dies Hellwerden beim Heben dürfte ein Reflexspiegelbild sein, da von unten kein Licht kommen kann. Wenden wir uns nun wieder den Pigmentkörnern der Salamanderlarve zu, so bemerkt man, dass die Körner der ausgewachsenen Thiere, ebenso ein grosser Theil der Körner der Larven sich wie reine Karmin- oder Zinnober-Körnchen verhalten, ein anderer Theil verhält sich von der einen Seite gesehen wie ein Kügelchen von Cedernöl, das zur Hälfte mit Zinnober gefüllt ist, von der anderen Seite wie ein massives Zinnoberkorn. Dabei sieht man alle Pigmentkörnchen im Farbenbild als kugelige Gebilde niemals als Halbkugeln. Ich schliesse daraus, dass das Pigment im Substrat einmal diffus vertheilt ist, zugleich aber in eine Hälfte dichter gelagert ist.

Lassen sich nun aus diesen Beobachtungen Schlüsse auf die Entstehung des Pigments ziehen? Man könnte allerdings wohl daraus folgern, dass das Substrat an und für sich morphologisch nichts mit dem Pigment zu thun hat, dass dieses in ihm

zunächst diffus, dann in einem Theil dichter liegt und schliesslich das Substrat ganz anfüllt. Darum braucht es ja aber noch nicht vom Substrat durch eignen Stoffwechsel erzeugt zu werden, sondern letzteres könnte den Farbstoff aus der Umgebung in sich aufspeichern.

Bisher hatte ich mit Flemming angenommen, dass jene oben erwähnte erste Art von Pigmentzellen etwas ganz Verschiedenes sei wie die zweite. Das ist thatsächlich nun aber nicht richtig. Vielmehr trifft man bei vielem Suchen auf Zellen, die alle möglichen Uebergänge zeigen zwischen Stäbchen, Körnern und polygonalen Schollen mit leichtem metallischen Glanz und zarter, grünlich lavendelartigen Färbung, wie Fig. 3 u. 4, Taf. XXII sie abbildet und den stark gefärbten Körnern in Fig. 6—10. Eine derartige Zelle stellt Fig. 5 dar. Es müssen diese Uebergänge aber wohl sehr schnell geschehen, denn die beweisenden Bilder trifft man recht selten, darum sind sie aber nicht minder zureichend. Der Process scheint einen derartigen Verlauf zu nehmen, dass die Stäbchen sich zunächst in polygonale Gebilde verwandeln von sehr verschiedener Form, diese werden dann voller, runden sich mehr ab und nehmen eine lichtgrüne Farbe an, wirken aber optisch zunächst nicht als Pigment, sondern einfach als starkes, lichtbrechendes Gebilde. Allmählich nehmen dieselben eine immer regelmässiger kugelige Gestalt an, werden dabei dunkler und kleiner, verdichten sich also wohl, um schliesslich richtige Pigmentkörner zu werden[1]). Auffallend ist es, dass dieser Process um den Kern herum am Weitesten vorgeschritten ist, während in den Ausläufern der Zelle der Process erst im Anfang steht. Ferner ist zu erwähnen, dass in derartigen Präparaten die Pigmentkörner der nächsten Pigmentzellen meist auch ein helles Grün oder Gelb zeigen, wie Fig. 6 u. 7, während ich an Stellen, wo die Farbe der Körner wie Fig. 8 u. 9, also dunkler ist, keine derartigen Uebergänge, ja meist auch keine polygonalen Gebilde, sondern mehr stäbchenförmige in den Zellen mit den fast farblosen Pigmenten finde.

Das Verhalten der polygonalen und polymorphen Gebilde zum Wasserstoffsuperoxyd und Farbstoffen, zeigte sich bei meinen bisherigen Versuchen negativ (Uebergänge wie Fig. 6 konnte ich

1) In den Abbildungen sind diese Dinge etwas zu krystallinisch gerathen.

bei ihrem seltenen Vorkommen noch nicht prüfen). Allein ich will deshalb noch kein sicheres Urtheil abgeben, weil wegen Mangel an Material bis jetzt meine Versuche noch nicht zahlreich genug waren. Ich werde das erst im nächsten Frühjahr zur Entscheidung bringen können.

Im Pflanzenreiche kommen sehr viele ähnliche Erscheinungen vor, die man dort als Trophoplasten bezeichnet hat. Unter diesem Namen fast man hoch organisirte Differenzirungsprodukte des Plasmas zusammen, welchen höchst eigenthümliche und höchst wichtige Funktionen zukommen. Diese Trophoplasten sind kleine, meist kugelige oder ovale Körner aus einer dem Protoplasma verwandten aber doch von ihm unterscheidbaren Substanz. Zu ihnen gehören die Stärkebildner, die Chlorophyllkörner. Diese letzteren bestehen aus einem Substrat von Eiweisssubstanz und einem das Stroma durchtränkenden grünen Farbstoff, dem Chlorophyll, der sich extrahiren lässt. Die gelbe und orangerothe Färbung vieler Blüthen lässt sich auf eine besondere Abart derartiger Trophoplasten zurückführen. Auch diese Farbkörner bestehen aus einem protoplasmatischen Substrat — ich citire nach O. Hertwig: Zelle und Gewebe — das meist sehr unregelmässig gestaltet ist und bald die Form einer Spindel, einer Sichel, eines Dreiecks oder eines Trapez hat. In diesem Substrat sind Farbstoffkrystalle abgelagert. Auch hier lässt sich an geeigneten Objekten die allmähliche Entstehung der Farbkörper aus farblosen Trophoplasten nachweisen. Auch hier hat Weiss[1]) spontane Bewegungen und Formveränderungen wahrgenommen. Ich bitte meine Abbildungen Fig. 3, 4 und namentlich 5, Taf. XXII mit diesen Beschreibungen zu vergleichen und glaube, dass man mir Recht geben wird, wenn ich eine grosse Aehnlichkeit der pflanzlichen Trophoplasten mit den Pigmentbildnern der Salamanderlarve hervorhebe. Ja ich meine, in einem derartig näher untersuchten Fall erscheint es gerechtfertigt, auch die Bezeichnung „Trophoplast" direkt zu übertragen, und bin ich der Meinung, dass durch diesen einzelnen Fall die Lehre der Bioblasten uns bedeutend näher gerückt ist als durch die vielen anderen Beispiele, die Altmann sonst noch für seine Theorie als Beweis anführt.

1) A. Weiss, Sitzungsbericht d. Königl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. XC, 1884.

Diese von mir gefundenen Pigmentbildner müssen natürlich noch näher untersucht werden, ob vielleicht auch an ihnen spontane Bewegungen und Formveränderungen, wofür meine Präparate in gewissem Sinne sprechen, lebend zu sehen sind.

Wenn aber derartige Dinge, die soweit ich sehe, bisher nur an Pflanzen näher studirt sind, auch bei Wirbelthieren vorkommen, so liegt doch der Gedanke nicht ganz fern, ob nicht auch beim Säugethier und dem Menschen derartige Trophoplasten eine Rolle spielen? Ueber einen weitern in dieser Beziehung sehr wichtigen Befund kann ich hier nur kurz berichten und behalte mir vor, demnächst eingehender darauf einzugehn. Die sechseckigen Pigmentzellen der Retina enthalten bekanntlich bei vielen Säugethieren, die ein Tapetum haben, dort wo sich dies ausbreitet, kein Pigment und sollen ganz homogen sein. Wie aber schon Leydig (Lehrbuch der Histologie, pg. 233) sagt, haben dieselben wie die leukotischen Säugethiere einen blasskörnigen Inhalt. Am Auge vom Schaf in Formalin fixirt und in Wasser untersucht, finde ich nun, dass diese Zellen ganz vollgepfropft sind mit länglich-rundlichen Körnern, die nach den pigmentirten Stellen zu ganz allmählich in wohl ausgebildete Pigmentkörner übergehen. Ich halte auch diese Körner für Trophoplaste, die nur kein Pigment in sich haben. Sie sind etwas kleiner wie die eigentlichen Pigmentkörner, gleichsam etwas atrophisch, haben aber eine ganz ähnliche Gestalt. Ich werde an Embryonen die Entwickelung des Pigments weiter verfolgen, da ich nach diesem Befund am Schaf vermuthe, dass auch z. B. beim Hühnchen in den Zellen der Pigmentschicht der Retina vor Beginn der Pigmentbildung bereits derartige Trophoplaste vorhanden sind.

Keineswegs will ich aber gesagt haben, dass allen Pigmentkörnern eine gleiche Bedeutung zukomme. Im Gegentheil ist es ja ganz sicher, dass einige z. B. die Derivate des rothen Blutfarbstoffes ganz anders entstehen und eine ganz andere Bedeutung haben.

D. Ueber die Struktur des Kerns.

(Oedematin, Dissociation der Nucleolen während der Mitose, Kernmembran, Polfeldanordnung der Struktur des ruhenden Kerns.)

Bisher unterschied man am ruhenden Kern folgende Strukturen: Erstens eine Membran, sodann ein fadiges Gerüstwerk, das

Linin, indem eine feinkörnige, leicht färbbare Substanz des Chromatin suspendirt ist, einen oder mehrere Nucleolen und der zwischen den Maschen des Gerüstwerks liegende „Kernsaft".

Letztere Bezeichnung stammt bekanntlich von O. Hertwig und ist namentlich vom Eikern hergenommen. O. Hertwig fasst diesen „Kernsaft" als Ernährungsflüssigkeit auf, der keinerlei morphologische Besonderheiten erkennen lasse.

Flemming bezeichnete denselben früher mit dem indifferenten Namen „Zwischensubstanz", hat dann aber später die Bezeichnung „Kernsaft" angenommen, obwohl mit einigem Vorbehalt, indem er in seinem grossen Werk p. 175 sagt:

„Allerdings ist über Aggregatzustand und Consistenz dieser Masse nichts Sicheres bekannt, es bleibt durchaus möglich, dass der Kernsaft nicht überall oder niemals tropfbar flüssig, sondern eine weich gelatinöse Masse ist, es ist aber zuzugeben, dass man auch eine solche einen Saft nennen kann." Er führt ferner aus, dass Klein an den Kernen der Hautdrüsen von Triton nachgewiesen hat, dass der Kernsaft einen erheblich grösseren Brechungsindex besitzt als Humor aqueus oder ähnliche Flüssigkeiten. Ferner hebt Flemming hervor, dass der Kernsaft tingirbar, also nicht bloss eine wässerige Lösung von Salzen ist, sondern auch organische Bestandtheile enthält. „Bisher lässt sich also noch nicht entscheiden, ob man den Kernsaft eine wirkliche Flüssigkeit nennen soll."

Dagegen hebt er hervor, dass bisher für die Annahme einer wirklichen Struktur in dieser Substanz kein Grund vorliegt, dass die feinkörnigen Reagentienwirkungen, die man beobachtet, wohl am ehesten für Gerinnungsprodukte zu halten sind.

Pfitzner bezeichnet den Kernsaft als Parachromatin, Frank Schwarz[1]) als Paralinin. Letzterer hat eine grosse Reihe chemischer Reagentien versucht, die namentlich eine auffallende Quellbarkeit dieser Substanz zeigen und dieselbe als eine Substanz von ganz besonderer Art kennzeichnen.

Vorher hatte schon Carnoy[2]) in zahlreichen Kernen ein Reticulum und ein Enchylema im „Kernsaft" demonstrirt. Ferner hat Altmann wie im Protoplasma auch im „Kernsaft" Körnchen

1) Frank Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. Breslau 1887.

2) Carnoy, Biologie Cellulaire, 1884.

dargestellt. Endlich haben Löwit, M. Heidenhain und Auerbach in Kernen verschiedener Zellen neben den chromatischen Substanzen körnige Massen durch Färbung nachgewiesen.

Am Genauesten hat wohl M. Heidenhain[1]) diese färbbaren Strukturen des Kernsafts beschrieben. Nach diesem Autor sind es feine Körner von nahe gleicher Grösse, die in feinen Fäden liegen, wenigstens sieht er bei enger Blende zwischen diesen Körnern ungefärbte Verbindungsbrücken. Die Masse der Körner steht in gewissen Kernen zum Chromatin im Verhältniss wie 3 : 1. Er glaubt nicht, dass diese Substanz ein blosses Nährmaterial bilden könnte, da eine so concentrirte Eiweisssubstanz sonst in den Geweben nicht vorkommt. Während der Mitose, beim Uebergang zum lockeren Kraut, nehmen diese Massen bedeutend an Menge ab. Zwischen den Chromosomen findet man ein feingelockertes Fadenwerk und in diese Fäden verläuft ein Strahlensystem, das von den Polen der Centralspindel seinen Ausgang nimmt. M. Heidenhain glaubt, dass manche frühere Beobachtungen über Färbungen und Füllungen im „Kernsaft" mit dieser Substanz in Verbindung zu bringen seien. Weil aber einmal diese Beziehungen noch nicht völlig aufgeklärt sind, die Substanz in histologischer Beziehung gut charakterisirt ist, so bezeichnet er diese Substanz, die in den feineren Theilen des Kerngerüstes ebenso suspendirt ist, wie das Chromatin in den gröbern als „Lanthanin" (von λανθανω ich bin verborgen).

M. Heidenhain wandte zur Darstellung Sublimatfixirung und Färbung mit schwach angesäuerter Biondi'scher Lösung an, ferner verschiedene Hämatoxyline und Alaunkarmin.

Bei diesen durchaus exakten Methoden stimme ich M. Heidenhain vollkommen bei, dass der „Kernsaft" eine hochstrukturirte Substanz ist, nur möchte ich nach dem Studium der Alaunkarminfärbung glauben, dass jenes lockere feine Fadenwerk zwischen den Chromosomen nicht der körnigen Substanz entspricht, sondern dem Linin des ruhenden Kernes und dass diese Körner, nur schwer oder gar nicht färbbar, in diesen Maschen liegen. Ich glaube es auch deshalb, weil ich auf ganz andere Weise ähnliche Körner im Kernsaft und zwischen den Chromosomen, während der Mitosen darstellen konnte.

---

1) Kern und Protoplasma (Festschrift für Kölliker).

Im Anatomischen Anzeiger VIII, Nr. 16 u. 18, 1893 habe ich eine vorläufige Mittheilung machen können, über die eigenthümliche Wirkung des Antiseptikum Lysol, eine Lösung von Kresol in neutraler Seife, auf die Kerne, speciell die des Salamanders, wonach am Kern das Chromatin sich löst und eine körnige Struktur auftritt. Ich fand, dass diese Körner bei mechanischen Insulten, namentlich beim Zerreissen der Kernmembran und dem damit verbundenen Heraustreten des Inhalts zu Fäden sich anordnen, um dann draussen wieder als körnige Gebilde zu erscheinen. Fig. 3, Taf. XXIV stellt einen derartigen Kern dar, während Fig. 4 einen ebenso behandelten Kern ohne Sprengung der sehr deutlichen Membran vorstellt. In beiden Fällen sind die Körner noch viel zahlreicher und dichter zu denken. Ich nahm wegen dieser Bilder an, dass die Körner in einem Fadenwerk lägen, ohne aber über die näheren Strukturverhältnisse zu einem bestimmten Schluss kommen zu können. Ich bitte darüber meine Auseinandersetzungen in Nr. 18, VIII des anatomischen Anzeigers zu vergleichen. Dies hypothetische Fadenwerk habe ich nun, allerdings modificirt, durch weitere Untersuchungen bestätigt gefunden. Legt man eine kleine Salamanderlarve in 10% Lysol und zwar etwa 50 ccm Flüssigkeit, so kann man nach 24 Stunden ziemlich sicher sein, dass sich fast alles Chromatin gelöst hat. (Ich nehme stets Lysol in Literflaschen, da ich bei kleineren Flaschen zuweilen die Wirkung nicht so gut fand), wäscht man dann in $^1/_3$ Alkohol mit steigender Concentration aus (Wasser darf, so lange noch Lysol vorhanden, nicht angewandt werden), und färbt man feinste Paraffinschnitte mit Alaunkarmin, so erhält man Bilder wie Fig. 1, Taf. XXIV abbildet. Das Chromatingerüst, sowie die durch Lysol sichtbar gemachten Körner sind verschwunden[1]), der ganze

1) Das gelöste Chromatin macht manche Kerne leicht diffus färbbar, wie meine Abbildung zeigt, auch die grössere Färbbarkeit des Liningerüstes führe ich auf eine Durchtränkung mit gelöstem Chromatin zurück. Sehr viele Kerne zeigen von Chromatinkörnern keine Spur, in anderen sehe ich zuweilen noch kleine Bröckel, die wohl auf der Fällung durch Alkohol beruhen, nur quergestreifte Muskel zeigen häufiger Reste der früheren Chromatinstruktur, hier dürfte sich das Chromatin schwerer lösen. Die Kernmembran, der Zellleib, die Intercellularsubstanz und bei Epithelien die Intercellularräume nehmen stellenweise diffuse Färbung an, man kann hierbei die Strömung des

Kern wird durchsetzt von einem sehr zarten Maschenwerk, wie jenes von M. Heidenhain beschriebene lockere Fadenwerk zwischen den Chromosomen der Mitose, wie ich es schematisirt in Fig. 2, Taf. XXIV abbilde (nach Sublimatfixirung und Alaunkarminfärbung) und welches nach meiner Meinung die grösste Aehnlichkeit mit den künstlichen Schäumen Bütschli's[1]) darbietet und ebenso mit der von diesem Autor dargestellten Struktur der Kerne von Cilioflagellaten[2]). Eben solche Struktur des „Kernsafts" finde ich ausser jenen Sublimatalaunkarminpräparaten, auch während des lockeren Knäuels an Präparaten, die in Hermann'scher Flüssigkeit fixirt und mit Fuchsin-Methylenblau gefärbt, in Orangealkohol differenzirt wurden. Ich zweifle dabei durchaus nicht, dass in diesem Wabenwerk noch feine Fäden verlaufen können, wie M. Heidenhain und Flemming sie beschreiben. Auch möchte ich andererseits wegen dieser Bilder keineswegs für die Bütschli'sche Plasmatheorie eintreten. Denn in diesem Wabenwerk liegen nach meiner Meinung einmal die Chromatinkörner und sodann die durch Lysol darstellbaren Körner. Aehnliche Verhältnisse finden während der Mitose, d. h. während der Zusammenziehung des Chromatins zu Chromosomen statt. Es ist dies hier ähnlich wie in den Talgdrüsen oder den mit Fettkörnern angefüllten Darmepithelzellen, wo die körnigen Einlagerungen das Plasma des Zellleibes zu einem Wabenwerk zusammengedrängt haben. Ich bin der Ansicht, das Linin entspricht dem Zellplasma und wird wie jenes durch die Einlagerung körniger Substanzen wabig oder schäumig. Diese Körner sind nun zweierlei Art. Erstens Chromatin, zweitens eine im Folgenden zu beschreibende Substanz von sehr eigenthümlichen Eigenschaften, die ich wegen ihrer auffallendsten Eigenthümlichkeit, ihrer grossen Quellbarkeit und im Gegensatz zum Chromatin als Oedematin bezeichne, von οἴδημα, das Gequollene. cf. Textabbildung S. 410.

Es vernothwendigt sich hier eine besondere Bezeichnung, um schon im Folgenden meine Auseinandersetzungen bequemer

gelösten Chromatins verfolgen. Dagegen ist bei den Knorpelkernen der Kern ganz diffus gefärbt, der Zellleib bleibt vollständig frei, es scheint fast, als ob hier das Chromatin gehindert sei zu transfundiren.

1) Bütschli, Mikroskopische Schäume und Protoplasma, 1892.

2) Ueber Organisationsverhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noktiluca. Morphol. Jahrbuch, Bd. X, 1885.

machen zu können, ferner aber weil wir für diese Substanz keinen recht bezeichnenden Namen haben, denn Kernsaft, Paralinin und Lanthanin geben einmal diesen Gegensatz zum Chromatin nicht wieder und Kernsaft besagt etwas Unrichtiges, Lanthanin umfasst aber auch, ganz abgesehen von seiner subjektiven Bezeichnung, das Fadenwerk zwischen den Chromosomen in der Mitose, während die quellbare Substanz hier, wie ich sicher gesehen habe, zwischen den Maschen derselben liegt. Mit der Bezeichnung Oedematin soll natürlich nicht gesagt werden, dass andere Dinge im Kern, z. B. das Linin nicht auch quellen können und sicher quellen, aber das Oedematin thut dies eben in ganz besonderem Grade, wie denn auch andere Dinge im Kern färbbar sind, Chromatin aber besonders leicht.

Meine Auffassung des Linins als Kernplasma bietet den grossen Vortheil, dass es manche ganz dunklen Verhältnisse unserem Verständniss näher bringt. Erstens wird die Struktur des Kerns, derjenigen des Zellleibes näher gebracht. Wenn wir, wie weiter unten gezeigt wird, annehmen müssen, dass die Kernmembran fein netzförmig ist, so ist es morphologisch nicht unwahrscheinlich, dass das Plasma des Kerns, mit dem Plasma der Zelle continuirlich durch diese Maschen hindurch zusammenhängt, wie ich das Fig. 1 u. 2, Taf. XXIV dargestellt habe. Dadurch wird die physiologische Wirkung des Kernplasmainhalts auf den Zellleib ungemein viel verständlicher wie bisher. Zweitens lösen sich aber auch gewisse Räthsel nach Schwund der Kernmembran während der Mitose. Wenn wir z. B. an Sublimatpräparaten mit Alaunkarminfärbung das Netzwerk des hellen Hofes continuirlich übergehen sehen in das Netzwerk des Zellplasma (Darmepithel), so ist das nach meiner Ansicht nicht eine neu entstandene Verbindung, sondern dieselbe ist vor wie nach der Theilung vorhanden. Man vergleiche Fig. 2 mit Fig. 1, Taf. XXIV. Dadurch wird unsere Anschauung viel einheitlicher. Dabei muss zunächst dahingestellt bleiben, weswegen dies Wabenwerk des hellen Hofes so schwer darzustellen ist, ebenso weswegen sich das Oedematin, während der Mitose, so viel schwerer oder gar nicht nach der M. Heidenhain'schen Methode färbt. Ueber sein Vorhandensein habe ich mich sicher überzeugt, auch hat ja Altmann seine Körner, die ich für identisch mit Oedematin halte, in diesen Stadien darstellen können. Drittens dürfte sich in etwas da-

durch das Räthsel des „hellen Hofes“ lösen, dass das Oedematin nach dem Schwinden der Kernmembran sich peripherisch weiter ausdehnt, um nach Ablauf des mitotischen Processes wieder zurückzuweichen, obschon ich gern zugebe, dass das Wie dieses Vorganges bislang noch dunkel bleibt[1]). Viertens dürfte der Streit, ob die Spindel aus dem Plasma der Zelle oder aus dem Kern entsteht, principiell nicht von fundamentaler Bedeutung sein, wenn wir annehmen, dass das Kernplasma, das Linin, wenn auch sicher nicht gleich, so doch ähnlich dem Zellplasma ist, ja es ist nicht auszuschliessen, dass im Kernplasma ähnlich feinste Fäden wie im Zellplasma enthalten sind.

Zur näheren Charakteristik des Oedematins lassen sich nun folgende eigenthümliche Eigenschaften desselben feststellen.

In Alkohol, Chromsäure und Osmiumsäure und vielen anderen Mitteln der Fixirungstechnik ist es sehr schwer darstellbar. Es schrumpft offenbar und zeigt sich nur dann und wann als feinkörniger Niederschlag. Wie Flemming dies in seinem Hauptwerk Seite 96, Fig. C, ferner Fig. 26, Taf. II b an Epithelzellen abgebildet hat. Bei der eigenthümlichen Doppelwirkung des Lysol quillt es zunächst in der alkalischen Seifenlösung, wird aber zugleich durch das Kresol zur Gerinnung gebracht und dadurch so sehr deutlich. Bei Sublimatbehandlung und Biondi'scher Färbung wird es roth gefärbt.

Chromsaures Kali und Osmiumsäure mit Fuchsinfärbung stellt es deutlich dar (Altmann).

An Pflanzenzellen hat Frank Schwarz im Gegensatz zum Chromatin gefunden, dass das Paralinin (Oedematin) weitgehende Aehnlichkeit mit dem Linin zeigt, so dass Frank Schwarz es nicht ausschliessen will, dass beides gleiche Stoffe seien, dass aber in verschiedenartigen Pflanzen Differenzen bestehen, während das Chromatin wesentlich gleichbleibt. Ich kann nach meinen Befunden eine so weit gehende Uebereinstimmung zwischen Linin und Oedematin aber durchaus nicht bestätigen,

1) Es ist dabei sehr möglich, dass sich Theile des Zellplasmas, zwischen das Oedematin schiebend in das Plasma des Kerns eindringen, so ist dies Verhalten an rothen Blutzellen des Salamanders von Flemming und von Török vom Stadium des lockeren Knäuels an, sicher beobachtet worden. Auch ich sehe das öfters an meinen in Hermann'schem Gemisch fixirten Präparaten.

auch sprechen die Heidenhain'schen Färbungen bestimmt dagegen. Ich weise auch darauf hin, dass es Frank Schwarz selbst gelungen ist, das Linin mikroskopisch sichtbar zu machen, im Gegensatz zum Paralinin. Ganz auffallend ist das Quellungsvermögen des Paralinin nach Frank Schwarz.

Dasselbe quillt in

Kochsalz 20%
Schwefelsaures Magnesia
Monokaliumphosphat . . 5%
Dinatriumphosphat . . . 1%
Essigsäure 50%
Salzsäure 1%
concentrirtem doppeltchromsaurem Kali.
Ferrum solubile.

Es ist löslich

in Kochsalz 10%
Dinatriumphosphat . . . 5%
Kalkwasser
Kalilauge 0,1 — concentrirt.

Es ist verdaubar in Pepsin und Trypsin.

Es wird gefällt in Essigsäure 0,2—3,0%.

Es ist unlöslich in Salzsäure 1% und 20%.

Es geht aus dieser Liste hervor, dass das Oedematin sicher keine einfache Flüssigkeit ist. Ich füge hinzu, dass reife Eikerne sich in Bezug auf Oedematin ganz abweichend verhalten, wie andere Kerne, da es mir nicht oder nur in sehr geringem Grade möglich war, durch Lysolkörner, die denen anderer Kerne entsprächen, darzustellen. Auch die Spermatozoen des Salamanders verhalten sich etwas anders, so dass bei den Geschlechtszellen offenbar andere Verhältnisse vorliegen als bei den somatischen Zellen. Ich habe in meiner ersten Publikation (Anatomischer Anzeiger, VIII, 16) gezeigt, dass die Köpfe der Spermatozoen, die nach Flemming wesentlich aus Chromatin bestehen, sofort gänzlich auflösen. Es ist das auch richtig und leicht zu beobachten, wenn man viel Lysol 10% zu wenigen Spermatozoen, zumal nicht ganz reifen, zusetzt. Lässt man aber nur wenig Lysol zum Präparat laufen, in dem zahlreichere Spermatozoen liegen, so verlangsamt sich die Wirkung etwas und man kann den Vorgang genau verfolgen. Der Kopf schwillt mächtig auf,

das Chromatin löst sich und geht an die Peripherie, wo man es noch sehr oft in Tropfenform sehen kann, die sich dann nach Aussen begebend verschwinden. Am Kopf sieht man eine feine Membran und in ihr eine sehr feine Körnchenstruktur des Oedematins, die Struktur ist so fein, wie ich sie sonst nur bei Ganglienzellen gesehen habe, hier aber fast noch feiner. (Auffallend ist das sehr deutlich ebenfalls enorm gequollene Mittelstück. Schliesslich verschwindet Alles bis auf dieses.) Es muss also im Spermatozoenkopf das Oedematin in sehr geschrumpftem und verdichtetem Zustand vorhanden sein. Nun wissen wir aber, dass nach Eintritt des Spermatozoenkopfs ins Ei derselbe stark aufquillt (Hertwig erklärt das durch Aufnahme von „Kernsaft"), woher kommt das? Weswegen quillt ein Spermatozoen in anderen physiologischen Flüssigkeiten nicht auf, nimmt keinen „Kernsaft" auf als nur im Ei? Nach meiner Meinung ist es so, dass das stark verdichtete Oedematin nach einem physiologischen Reiz, der im Ei erfolgt, zur Aufquellung gebracht wird und dadurch der ganze Kopf des Spermatozoen aufquillt. Man vergleiche doch einmal den Vorgang bei der Lysolwirkung und man wird die Aehnlichkeit des Verhaltens mit Ausnahme der Chromatinlösung auffallend finden.

Ein zweiter Fall ist die physiologische Aufquellung des Oedematins bei Beginn der Mitose. An dem flachen Kern des Bauchfells der Salamanderlarve sieht man nach Fixirung in Hermann'schem Gemisch und Färbung mit Fuchsin-Methylenblau nach Ehrlich und Differenzirung in Orange und Alkohol-Bergamottöl, als erstes Erkennungszeichen einer Mitose den auffallend stärkeren Glanz und die absolute Unfärbbarkeit des Oedematins, das für sich einen strangförmigen Knäuel neben dem Chromatinknäuel bildet. Nach dem lockeren Knäuelstadium hört die Erscheinung wieder auf. Nun finden wir aber bei einigen Kernen eine Vergrösserung desselben während der Mitose, diese geschieht nach meiner Ansicht durch eine physiologische Quellung des Oedematins und es erscheint nicht unmöglich, dass die ganze Erscheinung der Mitose zunächst eingeleitet wird durch eine Aufquellung oder eine dem ähnliche Erscheinung der ödematischen Substanz, die dadurch auf die chromatische Substanz einwirkt und sie gleichsam zur Knäuelform zusammendrängt, freilich möchte ich damit eine aktive Bethätigung der chromatischen Substanz

namentlich im weiteren Verlauf keineswegs ausschliessen. Nachweisen können wir das an den rothen Blutkörperchen des Salamanders; nach Flemming's[1]) Entdeckung vergrössert sich der Kern während der Mitose derartig, dass es fast die ganze Zelle einnimmt. Das Verhältniss habe ich Taf. XXIV nach Flemming (Fig. 29—31) abgebildet. Und zwar geschieht diese Grössenzunahme in den Stadien des Knäuels, genau wie ich den stärkeren Glanz und die vollständige Farblosigkeit des Oedematins an anderen Kernen gefunden habe. Es ist die Vergrösserung eine derartige, dass der rothe Blutfarbstoff keinen Platz in der Zelle mehr findet, sondern in oder zwischen das Oedematin imbibirt wird. Genau dasselbe Verhalten zeigt der Kern dieser Zellen bei Lysolwirkung. Es ist kaum glaublich, wie aus einem so kleinen Kern ein so enorm grosses Gebilde werden kann (Taf. XXIV, Fig. 29—31).

Das Chromatin ist nur passiv daran betheiligt, wie Flemming und von Torök nachweisen.

Eine weitere physiologische Wirkung der Schrumpfung und Quellung scheint bei den Kernen der Leukocyten stattzufinden. Nach der Hertwig'schen Theorie des „Kernsaftes" müsste bei dem Entstehen der geschnürten Kernform mit verdichtetem Chromatin ein Austritt des „Kernsaftes" stattfinden. Ich glaube, dass dies Phänomen auf Schrumpfung des Oedematin beruht, denn zu meinem eigenen Erstaunen gleichen sich diese Einschnürungen bei Lysolbehandlung vollkommen oder fast vollkommen aus, so dass aus der gelappten Form eine runde Form wird (Taf. XXIV, Fig. 20—23); ich habe mich davon so oft überzeugen können, dass kein Zweifel möglich ist. Es ist daher auch physiologisch sehr denkbar, dass analog dem Spermatozoenkopf, gelappte Kerne physiologisch wieder rund werden können, wie Arnold das sicher am Frosche beobachtet hat.

Kurz möchte ich noch einmal auf den Umstand hinweisen, dass die Kernmembran bei Lysolwirkung dicker und deutlicher wird. Auch bei den Kernen der rothen Blutkörperchen ist dieselbe mit Lysol nachweisbar und dürfte demnach doch eine allen Kernen zukommende Differenzirung sein.

Verschiedentlich sind an ihr Andeutungen von Poren ge-

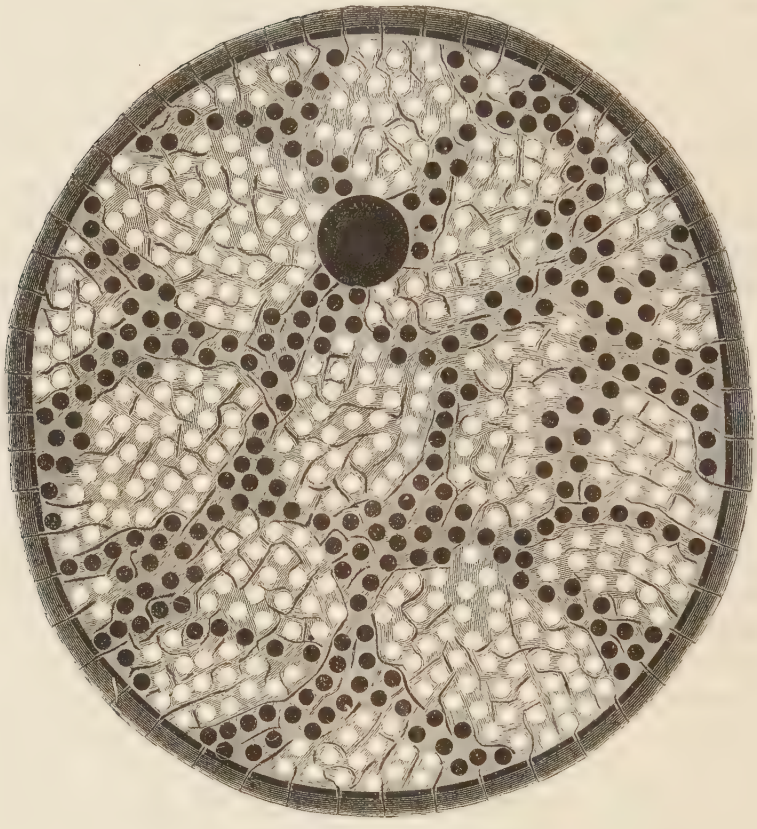
1) Zellsubstanz, p. 263.

sehen und beschrieben worden, so von Kölliker am Keimbläschen von Fischeiern und Zellen der Spinngefässe von Raupen, von Leydig an vielen Kernen von Insekten und Krebsen, auch R. Hertwig sah am Ei der Spinne und Tualanolraupe eine feine Punktirung, die er eventuell als Poren deuten möchte. Carnoy hat dann die Kernmembran als feines oder grobes Reticulum dargestellt durch Einwirkung von Alkalien oder starken Säuren (in Biologie Cellulaire I, p. 251). Er hält dieselbe aber für geschlossen und meint, dass das Reticulum eine nur verdichtete Partie sei.

Ich habe im anatomischen Anzeiger VIII, Nr. 18 u. 19 nachgewiesen, dass bei Lysolbehandlung die Membran des Kerns sich als ein feines Reticulum zeigt. In dieser Form ist dasselbe sicher ein Artefakt. Allein ich meine nach dem Gesetz des Turgor $J = A + S$ (wobei J = Druck im Inneren
$S = J - A$ A = äusserer Druck
S = Spannung der Wand) müsste, wenn das Oedematin und Linin des Kerns quillt und der Druck im Kern dadurch grösser wird, die Kernmembran, wenn sie geschlossen wäre, wie ein Gummiballon aufgeblasen und dünner werden, vorausgesetzt, dass sie nicht selbst quillt. Hätte sie diese Elasticität nicht, so müsste sie einfach platzen. Wird sie aber, wie thatsächlich ein Reticulum von gleichmässiger Maschenweite, so ist das nur so zu erklären, dass sie vorher im natürlichen Zustand Poren hat. Denn wäre sie reticulirt, die Maschen aber durch eine feine Haut geschlossen, so müsste sie sich bei Quellung des Inhalts, also Erhöhung des Drucks im Innern, an diesen schwächeren Stellen nach Aussen aufblähen. Da nun aber die Membran selbst dicker wird, durch Quellung ihrer eignen Substanz, und dabei natürlich die Porenweite zunimmt, so stimmen diese Bilder sehr gut mit der Annahme präformirter Poren. Aus andern Gründen ist es aber wahrscheinlich, dass das Kernplasma, das „Linin“ der Autoren sich durch diese Poren in das Plasma des Zellleibes fortsetzt und nur durch die Behandlung unsichtbar ist. Indem es selbst quillt, füllt es die durch Quellung der Membran vergrösserten Poren vollständig aus. Carnoy l. c. ist durch Bilder, die er an den verschiedensten Objekten bei Behandlung mit Acidum chloricum erhielt, zu der Ansicht gekommen, dass die Membran des Kerns in Verbindung stehe mit dem Plasma der Zelle. Andererseits ist eine

Verbindung des Liningerüstes mit der Kernmembran leicht zu demonstriren wie Taf. XXIV, Fig. 1 zeigt. Da nun aber während der Mitose bei Behandlung mit Sublimat und Alaunkarmin diese Verbindung des Linins mit dem Plasma des Zellleibes demonstrirbar ist, so erscheinen mir nach obiger Auseinandersetzung über die Zellmembran und ihr Verhalten bei Drucksteigerung im Kern die Verhältnisse doch höchst wahrscheinlich so zu liegen, dass die Kernmembran enge Poren besitzt, durch die Verbindungsfäden des Kernplasmas mit dem Zellleibplasma hindurchgehen. Dies Verhalten würde physiologisch viel eher zu erklären sein, als wenn es anders wäre, als wenn die Membran vollständig geschlossen wäre. Mir scheint, als ob wohl für die Biologie der Zelle es von grösster Wichtigkeit wäre, dass einerseits das Chromatin und namentlich das Oedematin durch eine Membran ganz abgeschlossen von dem Zellleib wäre und dadurch Veränderungen aller Art gehindert würden, andererseits aber eine durchaus geregelte Communication aufrecht erhalten würde durch die Substanz des Linin, wodurch einmal Reizzustände, die den Zellleib treffen, dem Chromatin und Oedematin in geeigneter Weise zugeführt werden und sodann Chromatin und Oedematin auf diesen Bahnen wieder eine Wirkung auf den Zellleib ausüben können. Diese Strukturverhältnisse habe ich möglichst gross und klar in der Textfigur pag. 410 schematisch dargestellt.

Eine weitere Wirkung des Lysols ist die häufig und zwar an sicher ruhenden Kernen zu machende Beobachtung der Polfeldanordnung der ödematischen Körner. Ich habe dies Phänomen bereits im anatomischen Anzeiger VIII, Nr. 16, 18 und 19 beschrieben. Oft ist sie sicher Artefakt, durch äussere Insulte hervorgerufen, aber auch dann immerhin interessant, dass diese Erscheinung so leicht eintritt, oft aber ist sie am Kern zu beobachten, von Zellen, die durchaus im natürlichen Zusammenhang stehen (natürlich stets an hungernden, ausgewachsenen Thieren, wo sonst keine Mitosen vorkommen), dass ich doch glaube, dass diese Anordnung schon an ruhenden Kernen zeitweise vorkommt, unabhängig von mitotischen Vorgängen. Sicherlich ist sie an vielen Kernen, ja den meisten nicht zu beobachten. Einen derartigen Kern bilde ich Taf. XXIV ab.



Schematische Darstellung eines Zellkerns in Ruhe.
Kernkörperchen und Chromatinkörner schwarz, Oedematinkörner weiss, Linin grau als Grundsubstanz mit eingelagerten feinen Fäden. Kernmembran schwarz mit Poren, durch die die Grundsubstanz mit der Substanz des Zellleibes in Verbindung steht. Zellleib grau angedeutet.

Zum Schluss möchte ich mir noch einige Bemerkungen über die Nucleolen erlauben. Dieselben treten ähnlich wie die Membran bei Lysolbehandlung scharf hervor. Dies Verhalten entspricht ganz den Resultaten von Frank Schwarz, der ausser der Differenz der Färbbarkeit die grösste Aehnlichkeit beider Theile im Verhalten gegen chemische Reagentien nachgewiesen hat.

Das Verhalten der Nucleolen während der Mitose konnte ich an den Zellen der Mäusemilz verfolgen und habe es in meiner

Arbeit: „Untersuchungen über die biologische Bedeutung der von Arnold beschriebenen Kernfasern", Kiel, Dissertation, p. 10, veröffentlicht. Da ich aber keine Abbildung gab, ist die Sache auch in den Jahresberichten nicht beachtet worden. Da nun O. Hertwig eine ähnliche Beobachtung inzwischen an Samenmutterzellen von Ascaris (Die Zelle und die Gewebe. Jena 1892) gemacht hat, nämlich, dass die Nucleolen in der Vorbereitung zur Theilung in kleine Substanztheilchen zerlegt und auf die Chromosomen vertheilt werden, so entreisse ich meine damalige Beobachtung der Vergessenheit, da ich es gegenüber der bisherigen geringen Kenntniss über das Schicksal der Nucleolen und ihr Verschwinden bei Beginn der Mitose für nützlich halte, derartige Beobachtungen zu sammeln. Zugleich geben die Abbildungen Taf. XXIV getreue Bilder der von Arnold zuerst beschriebenen Kernfiguren, die ich als eine besondere Form der Mitose l. c. nachweisen konnte. Von Fig. 44—49 sind Mutterkerne, von Fig. 50—52 Tochterkerne abgebildet in entsprechender Reihenfolge; im Anfang und am Ende der Reihe sind die Kerne in ruhendem Zustand abgebildet. Dabei sind zwischen Fig. 49 und 50 dann alle gewöhnlichen Typen der Mitose vom lockeren Knäuel an zu denken. Diese besondere Form habe ich Speichen oder Melonenform genannt. Im Uebrigen verweise ich auf meine damalige Beschreibung. Nur erwähne ich, dass Bannwarth[1]) meine Angaben bestätigend, in seiner Arbeit über die Milz diese Form der Mitose ebenfalls beschrieben hat. Ich benutze diese Gelegenheit zu constatiren, dass R. Heidenhain[2]) in seiner grossen Arbeit über die Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut bereits vor Arnold und mir diese Kernformen beschrieben hat und dieselben gleich mir als Mitosen auffasst, was Arnold sowohl wie mir entgangen ist.

E. Ueber die Differenzirung einiger Kernarten.

Es giebt bekanntlich bei ein und demselben Thier sehr verschiedene Kernformen, ich erinnere, abgesehen von den Geschlechtszellen, die besonders differencirt erscheinen, an die grossen

1) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 38.
2) Pflüger's Archiv, Bd. 43.

Kerne der Ganglienzellen, an die scheibenförmige Anordnung des Chromatins der Stäbchenzellen der Retina bei den Säugethieren, an die multiplen und polymorphen Kerne verschiedener Zellen. An die eigenthümliche Veränderung der Kerne von Drüsenzellen während der Ruhe und der Thätigkeit, die R. Heidenhain und Hermann beschrieben haben, ferner an stäbchenförmige Kerne der glatten Muskeln. Viel grössere Unterschiede kommen bei verschiedenen Thierklassen vor, hier wären als besonders auffallend die Kerne der Chironomuslarven zu nennen, wo, wie Balbiani entdeckte, das Chromatin einen einzigen dicken Kernfaden bildet, dann die verästelten Kerne gewisser Organe der Arthropoden u. s. w. Diese mannigfaltige Form der Kernstruktur beweist aber sicher an und für sich nichts für eine faktische Verschiedenheit der Kerne, denn es ist ja sehr wohl denkbar, dass das Chromatin in anderer Weise geordnet und von verschiedener Reichlichkeit dieselbe wesentliche Wirkung und Bedeutung in den verschiedenen Kernen haben kann und auch wohl hat, und kann ich in dieser Beziehung der einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen von R. Hertwig nur vollkommen beistimmen [1]). Anders liegt die Sache schon, wenn die Wirkung ein und desselben fixirenden Reagens bei dem einen Kern eine andere ist als bei dem anderen, denn dabei handelt es sich nicht um verschiedene rein morphologische Lagerungen, sondern offenbar um chemisch-physikalische Verschiedenheiten. Dieser Punkt, den Flemming verschiedentlich in seinem grossen Werk hervorhebt, ist bis jetzt wohl deshalb viel zu wenig beachtet worden, weil es bisher uns mehr darauf ankam, die Einheitlichkeit der Strukturen zu betonen. Nachdem aber dieser Gesichtspunkt genügend sicher gestellt erscheint, darf nunmehr auch ein anderer Gesichtspunkt ins Auge gefasst werden, nämlich, woher kommen die doch augenscheinlichen Differenzen der Wirkung und Beschaffenheit der Zellen, die doch sicherlich einen

1) Während der Correktur dieser Arbeit gelangte das II. Heft d. Bd. 43 dieser Zeitschrift in meine Hände mit der Arbeit von David Hansemann: Ueber die Specificität der Zelltheilung, die hier bei Aufzählung der morphologischen Mannigfaltigkeiten der Kerne mit zu erwähnen wäre, aber wie mir scheinen will, dem Princip der Einheitlichkeit der Kernformen keinen wesentlichen Abbruch thut, so interessant und wichtig sie auch an und für sich ist.

physikalisch-chemischen Grund haben und ferner, dass dieser Grund nicht allein am Zellleib, sondern auch am Kern liegen wird, dürfte dem doch kaum zweifelhaft sein, der der Meinung ist, dass der Zellleib vom Kern im Wesentlichen abhängig ist.

So hat Flemming in seinem Hauptwerk p. 59 nachgewiesen, „dass die 2procentige Osmiumsäure, welche den Eikern, den Ganglienkern lebenstreu fixirt, den Kern einer Algenzelle (Spyrogyra) zu einem glänzenden Klumpen schrumpft, bei wieder anderen Zellen (z. B. Epithel und Bindesubstanz) ihn etwas aufquellend macht. Die Chromsäure wirkt nach Vergleich mit lebenden Objekten so, dass sie sich nicht weit von der Natur entfernt, ziemlich treu conservirend an den Strukturen der meisten Kernarten. Aber dieselbe Chromsäure, die im Kern eines Echinodermeneies oder Molluskeneies die Struktur so zeigt, wie man sie am frischen Ei sieht, liefert bei gleicher Concentration im Kern des Säugethiereies meistens unnatürliche Zusammenballungen. Aehnliches lässt sich von der Pikrinsäure sagen.

Die chromsauren Salze erhalten im Säugethierei die Struktur des Kerns leidlich, in den meisten Kernarten dagegen bewirken sie starke Veränderungen.“

Diese Beobachtungen müssen doch ernstlich daran denken lassen, dass es sich dabei um differentielle Verhältnisse chemisch-physikalischer Art handelt und namentlich fällt es auf, dass die Eikerne ein so besonderes Verhalten zeigen, was ja auch den rein morphologischen Verhältnissen entspricht, Eikerne sind eben von besonderer Beschaffenheit.

Ferner möchte ich in dieser Beziehung hervorheben, dass in einigen Kernarten ganz besondere Bildungen vorkommen, die ebenfalls auf eine differentielle Beschaffenheit hindeuten und die ich nach Kölliker (Gewebelehre, p. 24) 1889 anführe, allerdings unter dem kritischen Vorbehalt, dass ich nicht weiss, ob sie sich auch in allen Fällen wirklich bestätigen werden und es nicht zu sagen ist, ob diese Dinge nicht, z. B. bei der Mitose, mehr zufällig in den Kern hinein gerathen sind. So sollen vorkommen: 1. Krystalle, Speicheldrüsen von Nepa cinerea, Carnoy; Keimbläschen von Fischen, Kölliker. 2. Fadenförmige Gebilde eigner Art, Keimbläschen von Fischen, Kölliker. 3. Körperchen unbekannter Art, Fettzellen von Piscicola, Leydig. 4. Amylumkörner, Kerne von Tra-

descantia, Strasburger; von Cereus spinosus, Fromman; von Clivia, Carnoy. 5. Glycogen, embryonale Leber von Limax, Carnoy. 6. Fetttröpfchen, Noctiluca, Larven von Krusten, Oogonien von Pilzen, Carnoy. 7. Chlorophyll, gewisse pflanzliche Kerne, Weiss, Carnoy. 8. Pigmentkörner, Eier von Krusten, Carnoy. 9. Eiweissähnliche Gebilde und Fermentkörner, verästelte Kerne von Ypomenta, Darmepithel von Lumbricus, Carnoy.

Wichtiger wie diese Beobachtungen scheinen mir die Untersuchungen von Frank Schwarz (l. c.) zu sein. Derselbe hat gefunden, dass bei den zahlreichen Kernen verschiedenster Pflanzenarten und deren verschiedenen Theilen, bei Anwendung einer grösseren Reihe chemischer Reagentien, das Chromatin als ein durchaus constanter Körper sich erwies, während Linin und Paralinin (Oedematin) unter sich manche Aehnlichkeit zeigend, diejenige Substanz zu sein scheinen, durch deren Differenzirung die Verschiedenheit der Zellen bedingt werden könnten, wenn auch die angewandten Mittel nicht ausreichten, um eine gesetzmässig vorkommende Differenz zu demonstriren.

Demnach scheint aber, wenn wir tiefer in dieser Hinsicht in die Geheimnisse des Zellorganismus eindringen wollen, nicht das bis jetzt besonders studirte Chromatin, sondern die sogenannten achromatischen Theile des Kern, Linin und Oedematin die Angriffspunkte unserer Studien sein zu müssen.

Einen, nach meiner Meinung sehr wichtigen Befund, hat bereits Flemming (Hauptwerk, p. 131) publicirt, das, wie wir sogleich sehen werden, vollkommen in Einklang mit meinen Beobachtungen steht: Flemming fand nämlich, dass sich in vielen Kernarten, bei gewissen Vorbehandlungen, der „Kernsaft“ durch Hämatoxylin, Pikrokarmin und Alaunkarmin einen deutlich farbigen Grundton erhält, s. z. B. bei Epithelkernen.

Flemming fährt dann wörtlich fort: „Bei manchen Kernarten gelingt es mir überhaupt niemals, eine diffuse Mitfärbung des Kernsaftes zu erzielen, so z. B. bei den Kernen der Ganglienzellen, wo es bei tagelanger Tinction in dünnen Hämatoxylinlösungen stets farblos bleibt, während die Netze dunkelblauschwarz werden. Aber mit ganz denselben Lösungen und gleicher Behandlung

kann man in Epithelkernen und anderen diffuse Mitfärbung des Kerns zu Wege bringen."

Dies Verhalten spricht doch in hohem Grade dafür, dass der „Kernsaft" der Ganglienzellen anders beschaffen ist als derjenige vieler anderer Zellen.

Bei Anwendung des Lysols war es mir nun möglich, die Wirkung desselben auf das Oedematin nach Auflösung des Chromatins genauer zu verfolgen und gesetzmässig eine Reihe von Kernarten als different in Bezug auf das Oedematin zu erkennen. Leider ist auch diese Methode, wie ich schon bei meiner ersten Publikation betonte, durchaus keine ideale, zumal sie erstlich einen furchtbaren Eingriff durch Lösung des Chromatins nothwendig macht, und, sodann weil sich die Präparate bis jetzt nur unvollkommen fixiren lassen. Trotzdem können wir ja froh sein, wenigstens Etwas in dieser Beziehung erkennen zu können.

Lysol ist bekanntlich eine Lösung von Kresolen, d. h. derjenigen Substanz des Kresols, die nach Entfernung des Phenols bleibt, in neutralen Seifen. Offenbar ein alkalisches Mittel, da es mit Wasser verdünnt wird und Seifenlösungen in Wasser alkalisch sind. Leider war es mir nicht möglich, aus Kresol und Seife eine Flüssigkeit gleicher Natur herzustellen. Das Lysolverfahren ist Patent und Geschäftsgeheimniss.

Allerdings liefert das Kresol Raschig eine sehr ähnliche, immerhin aber doch nicht gleiche Wirkung.

Bei der Lysolwirkung muss man drei Stadien unterscheiden. I. Stadium: Auflösung des Chromatins. II. Stadium: Sichtbarwerden der Körner des Oedematins. III. Stadium: Weitere Veränderungen des Oedematins.

Diese 3 Stadien können mit einem Schlage eintreten, sie können sich alle drei verzögern, es kann das III. Stadium ganz ausbleiben, ja es kann in seltenen Fällen auch das II. Stadium schwer und unvollkommen eintreten oder auch ganz ausbleiben. Ich wende Lysol derartig an, dass ich kleine Gewebsstücke bis 24 Stunden in 50 ccm Lysol (10%) lege und vom ersten Augenblicke an, also in sehr verschiedenen Zeiten untersuche.

Eine Conservirung ist möglich dadurch, dass man die Gewebe 8—14 Tage in täglich oder alle paar Tage zu erneuernde Flüssigkeit legt und dann, ohne mit Wasser in Berührung zu

bringen in 2% Osmiumsäure 24 Stunden behandelt (wonach dann beliebige Behandlung eintreten mag). In manchen Fällen ist die Conservirung recht gut, in vielen Fällen tritt aber Schrumpfung ein, so gut wie in Lysol selbst habe ich die Sachen niemals gesehen.

Mir scheint die Wirkung des Lysols so zu sein, dass die Seife das Oedematin quellend macht, das Kresol dagegen gerinnend, während das Linin nur quillt, und dass durch diese verschiedene Wirkung das im Linin liegende Oedematin so gut sichtbar wird.

Die Differenzirung der verschiedenen Kernarten wird nun dadurch erkennbar, dass das Lysol auf das Oedematin verschiedener Kerne verschieden wirkt, und dadurch das Bild derselben nach der Behandlung verschieden ausfällt. Ob diese Wirkung eine chemische oder physikalische ist, lasse ich dahingestellt sein.

Da die Untersuchungen sehr genau und sehr zahlreich sein müssen, um sich bei der complicirten Wirkung ein einigermaassen sicheres Urtheil zu bilden, habe ich mich hierbei bis jetzt im Wesentlichen auf das Thier beschränkt, dessen Kerne wohl mit die best untersuchten sind, den Salamander. Säugethierkerne sind zu einer ersten Untersuchung principieller Fragen viel zu klein, müssen aber später genauer geprüft werden. Im Gegensatz zu der vielen Zeit, die ich auf diese Untersuchung verwandte, kann ich mich bei der Mittheilung der Resultate sehr kurz fassen, zumal die Abbildungen, die ich möglichst genau zu machen strebte, das Beste bei dieser Beschreibung machen müssen. Leider sind diese aber nicht leicht zu entwerfen, da es oft auf gewisse Unterschiede von Hell und Dunkel, von starker und schwacher Lichtbrechung ankommt, Unterschiede, die eigentlich nur am Präparat selbst einleuchtend zu demonstriren sind.

Epithelien.

Bei den Epithelien der Salamander tritt die Auflösung des Chromatins (I. Stadium) bald ein, das II. Stadium (Sichtbarwerdung des Oedematins) am Besten nach 6—24 Stunden. Fig. 3—9a stellt derartig behandelte Kerne dar vom Mundepithel alter Thiere. Das Oedematin hat eine mittlere Lichtbrechung, und zeigt einen bräunlichen Schimmer. Das Stadium der III. Veränderung des Oedematins besteht darin, dass der Kern, also das Oedematin heller wird und weiter quillt (Fig. 9a und 9), dabei nimmt die Lichtbrechung ab, das Oedematin wird weniger gut

sichtbar. In Fig. 3 ist das Platzen der Membran und das Heraustreten des Inhalts in Fadenform, darnach, draussen die Zurückbildung zu Körnern gezeichnet, sowie die dicke Membran mit Poren, die von der Fläche gesehen das Bild eines feinen Reticulum geben. Bei 3 und 4 hätten noch viel mehr Körner gezeichnet werden müssen, allein der Deutlichkeit wegen sind dieselben weniger zahlreich, aber etwas grösser wiedergegeben. Fig. 8 zeigt die Polfeldanordnung, die ich öfters noch deutlicher gesehen habe.

Platte Bindegewebszellen und Endothelien.

Fig. 10—13 stellt platte Bindegewebszellen und Endothelien dar. Hier tritt das II. Stadium (Fig. 10) oft nur kurz und vorübergehend auf, dann gleichen die Kerne sehr den Epithelien. Oft aber tritt dann ein III. Stadium auf, mit starker Lichtbrechung des zum Theil polymorphen Oedematinkorns, wie ich das bei Epithelien niemals sah. Es ist dies, allerdings nur unvollkommen in Fig. 11—13 wiedergegeben. Ich glaube, dass hier eine besondere Quellung des Linins mit im Spiel ist.

Glatte Muskeln.

Dieselben, wie Fig. 14—15 zeigt, lassen am Oedematin nichts Besonderes erkennen, nur tritt die grössere Lichtbrechung hier seltener und später wie bei den platten Bindegewebszellen auf, doch kommt sie auch hier vor.

Kerne der verästelten Bindegewebszellen

zeigt Fig. 19. Hier tritt das II. Stadium spät ein, das III. sehe ich garnicht. Es muss dann wohl die gerinnende Wirkung des Kresols schon zu stark eingetreten sein und die stärkere Wirkung des Alkalis verhindert haben.

Diesen sternförmigen Bindegewebszellen sind am ähnlichsten die Knorpelzellen, nur dass hier das Oedematin einen auffallend bräunlichen Ton annimmt, der vielleicht vom gelösten Chromatin herrührt, übrigens auch bei den Epithelkernen vorkommt. Nach Fixirung mit Alkohol und Färbung mit Alaunkarmin ist der Kern der Knorpelzellen stets diffus gefärbt (Fig. 16—17).

Die Kerne des Leukocyten

zeigen im I. Stadium (Fig. 20) die polymorphen Kerne noch in ihrer natürlichen Gestalt, nach der Lösung des Chromatins und Sichtbarmachung des Oedematins (Fig. 22 und 23) runden sich die Kerne aus, ja werden vollständig rund. Bei den Leukocyten kommt auch ein III. Stadium vor (wie Fig. 21), wo das Oedematin gröber und stärker lichtbrechend geworden.

Die Kerne der rothen Blutkörperchen

wie Fig. 24—33 zeigt, sind ausserordentlich variabel bei der Lysolbehandlung, je nachdem sie im Praeparat dicht zusammen oder weiter zerstreut liegen und je nachdem man viel oder wenig Lysol zusetzt. Bei diesen besonders schwierigen Verhältnissen fällt sehr die enorme Quellbarkeit der Kerne auf, wie ich sie bei keiner anderen Kernart gesehen habe. Es entspricht das den Verhältnissen während der Mitose. Ich habe zum Vergleich Fig. 29, 30, 31 den Umfang der ruhenden Kerne (29), den des engen Knäuels, wo die Membran noch vorhanden (30) und endlich den des weiten Knäuels ohne Membran (31) nach Flemming (Hauptwerk pg. 263) wiedergegeben. Fig. 25, 27, 28 stellen derartige excessive Vergrösserung schon im I. Stadium (der Lösung des Chromatins) dar. Es muss also das Oedematin und Linin hier eine ganz besondere Quellbarkeit haben. Sollte darauf vielleicht das Verschwinden des Kerns der Säugethiere beruhen? Dieser Punkt wäre zu verfolgen, denn der Austritt der Kerne, wie Rindfleisch es beobachtet, scheint mir doch noch nicht sicher die hauptsächlichste Art und Weise des Verschwindens der Kerne zu sein.

Oefters tritt bei mässigerer, aber immerhin doch auffallender Vergrösserung im Stadium II das Oedematin deutlich wie Fig. 24 auf (oder wie Fig. 26 vom Frosch), Fig. 32 und 33 stellt Stadien dar, wo Chromatin und Oedematin zusammen zu sehen sind.

Ganglienzellen.

Hier ist das Oedematin dadurch ausgezeichnet, dass es schwer sichtbar zu machen ist und sehr feine, helle Körner bildet. Stadium III der Lysolwirkung habe ich hierbei bis jetzt überhaupt nicht beobachtet, oft tritt auch bei gewissen Arten Stadium II

nicht ein. Es herrscht hier also der grösste Gegensatz zu den Bindegewebszellen. Fig. 34 und 35 sind Ganglienkerne aus dem Rückenmark vom Salamander. Die Körner sind in der Zeichnung im Vergleich zum Epithel und Bindegewebe noch viel zu pronoucirt gegeben, sie sind ähnlich wie beim Spermatozoon eben noch mit besten Immersionen zu sehen. Die sympathischen Ganglienkerne vom Frosch Fig. 37—40 zeigen gut den Gegensatz zu den Kernen der Kapsel. Das Oedematin ist gar nicht oder höchstens andeutungsweise zu sehen. Die Spinalganglien vom Frosch Fig. 41 -43 lassen zwar nach tagelanger Einwirkung Körner erkennen, dieselben sind aber sehr zart, noch zarter als in den Ganglien des Rückenmarks vom Salamander. Beim Kalb und Schaf sah ich des Oefters nach 24 Stunden Körner in Strängen geordnet vom Nukleolen ausgehend auftreten, vielfach aber blieben die Kerne wie Fig. 36 vollständig homogen.

Quergestreifte Muskeln.

Hier ist die Wirkung des Lysols sehr auffallend different und gegensätzlich zu den Ganglienzellen. Das Chromatin ist auffallend schwer löslich. Das Oedematin tritt leicht auf, um aber meist wieder zu verschwinden und häufig wird mit ihm der ganze Kern unsichtbar. Auch treten öfters Vacuolen auf. Fig. 71 und 72 zeigen 2 solche Kerne im Gegensatz zu einem Gefässendothel Kern 73. Fig. 74—76 zeigen Kerne verschiedener Stadien.

Drüsen.

Auch die Kerne verschiedener Drüsen zeigen einige auffallende Verschiedenheiten, doch nicht in dem starken Maasse, wie die oben genannten Gewebe. Darm- und Magen-Epithelkerne zeigen Stadium II leicht. Oedematin ist zart, feinkörnig, aber sehr deutlich und sieht oft dem des Epithelkerns der Mundschleimhaut genau gleich. Fig. 67—70 ist Darm, ebenso 64 und 65. Fig. 57 und 58 Magen. Fig. 65, 68 und 70 zeigt Stadium III, das durchaus anders ist wie Stadium IV der flachen Bindegewebszellen Fig. 11—13. Fig. 66 zeigt Vacuolenbildung des Darms eines Salamanders, wie sämmtliche Kerne bei diesem Thiere sie zeigten. Vielleicht ein physiologischer Zustand? Die Kerne der körnigen tiefen Zellen des Magens Fig. 55 sehen auffallend dunkel aus, lassen die Körnelung erst spät und schwer

erkennen und fallen besonders durch das grobe, stark lichtbrechende Reticulum der Kernmembran auf, die Fig. 56 abgebildet ist. Ihnen sind ähnlich, aber noch dunkler und mit noch gröberer und klumpigerer Kernmembran die Pankreaskerne, Fig. 53. Bei dieser Gelegenheit habe ich versucht, ob dies Verhalten vielleicht durch Produkte der Zelle bedingt sei. Ich zupfte Mundepithelien und Pankreaszellen zusammen in einem Präparat, fand aber dieselben Erscheinungen. Bei der Leber Fig. 78 und 79 löst sich das Chromatin auffallend schwer. Die Wirkung II, das Oedematin tritt ebenfalls nicht leicht auf, es stellt feine blasse Körnchen dar, ähnlich dem Darm. Fig. 78 zeigt Reste des Chromatins, 79 Oedematin. Die Niere Fig. 54 ist ähnlich der Leber, nur löst sich das Chromatin bedeutend leichter.

Es zeigen sich also, wenn man die 3 Stadien der Lysolwirkung beachtet, im Grossen und Ganzen gesetzmässige Unterschiede bei der Lysolwirkung auf die Kerne bei einer ganzen Reihe von Kernarten. Und ich glaube daher nicht fehl zu gehen, wenn ich diese Erkenntniss mit einem so unvollkommenen Mittel, wie Lysol ist, gemacht für die meisten Kerne postuliere, in der Hoffnung, dass es uns beim weitern Studium des Linin und Oedematin recht bald gelingen möge, durch bessere Methoden dies Gesetz der Differencirung der Kernarten weiter und tiefer zu begründen.

Zum Schluss erwähne ich noch, dass die verschiedenen Wirkungsstadien auch bei Kernen, wo sie im Ganzen regelmässig einzutreten pflegen, z. B. Epithel und Bindegewebe an einigen Kernen später, an andern früher eintreten, ferner dass, besonders bei den Epithelien der Mundschleimhaut die Körner des Oedematins in einigen Kernen gröber, in einigen feiner sind. Diese Verhältnisse möchte ich als Aenderungen des physiologischen Zustandes des Oedematins im ruhenden Kern ansehen, so mögen z. B. Verschiedenheiten des Alters der Zellen dabei eine Rolle spielen. Genaue Aufschlüsse kann ich hierüber aber noch nicht geben, da meine Untersuchungen auf diesen Punkt nicht speciell gerichtet waren.

Abgeschlossen Ende October 1893.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXII—XXIV.

Tafel XXII.

Fig. 1. Feiner Schnitt aus der mittleren Parthie der Keimschicht der menschlichen Haut. Alkohol. Saffranin. Zellfibrillen und Intercellularbrücken mit knopfartigen Verdickungen. Bei a und b körnige Massen.

Fig. 2. Schematische Darstellung der Wirkung des Hebens und Senkens des Tubus bei Betrachtung von 2 Seiten an Fett = I, Pigment = II, Graphitsplitter in Cedernöl=III, gefärbtes Oel=IV.

Fig. 3—10. Pigmentbildungen in Zellen aus dem Bauchfell der Salamanderlarve, in 3 u. 4 schwachgefärbte stäbchenförmige, und polygonale Gebilde (Leukoplast), in 6—9 farbige, körnige Pigmente (farbige Trophoplaste), in 5 Uebergänge beider Arten, in 10 depigmentirte und mit Saffranin pigmentirte Körner, in 6—10 sind bei a die Körner in stärkerer Vergrösserung entsprechend dem Inhalt von 3—5 gezeichnet.

Tafel XXIII.

Fig. 11—13. Leukocyten aus dem Bauchfell der Salamanderlarve. Bei 11 Leukocyt in Theilung mit Zellplatte, die Kerne zeigen kleine Lochbildungen. Radiäre Strahlung des Protoplasma, rechts ein Körnerkreis, ausserdem netzförmige Struktur des Plasmas. Bei 12 u. 13 Leukocyten in amöboider Bewegung. Centrosomen und Sphärenstrahlung nebst concentrischen Körnerkreisen. Territoriale Abgrenzung einzelner Plasmapartien. Bei 12a, b, c Strahlen I. Ordnung, bei d solche II. Ordnung, bei 13a Strahlen I., bei b II. Ordnung. Fuchsin-Methylenblau-Orange-Alkohol-Bergamottöl.

Fig. 14. Körnerzellen in amöboider Bewegung. Saffranin-Orange-Alkohol-Bergamottöl.

Fig. 15. Eine ebensolche Zelle in Mitose. Ebenso.

Fig. 16. Platte, grosse Bindegewebszelle aus dem Bauchfell in Mitose mit deutlicher Spindel und Polstrahlung. Arkadenförmiger Körnerkreis. Ebenso.

Fig. 17. Eine ebensolche Zelle mit starkgefärbten feinen Bündeln von Fibrillen im Protoplasma, vielleicht die Anlage elastischer Fasern?

Fig. 18. Bindegewebszelle mit collagenen Fasern in Theilung, Zellplatte.

Tafel XXIV.

Fig. 1 auf Tafel XXIII Bindegewebskern der Salamanderlarve. Chromatin durch Lysol gelöst, wabige Struktur des Linin nach Alkohol-Fixirung und Alaunkarminfärbung, Oedematin unsichtbar.

Fig. 2 ebenso Kern des Darmepithels vom Salamander, Sublimat, Alaunkarmin, Mitose. Wabige Struktur des hellen Hofes (schematisirt).

Fig. 3—9b. Epithelkerne vom Salamander nach Lysolbehandlung.

Fig. 10—13. Endothel und flache Bindegewebskerne ebenso.

Fig. 14 u. 15. Glatte Muskelkerne.

Fig. 16—18. Knorpelkerne.

Fig. 19a, b, c. Sternförmige Bindegewebszellen.

Fig. 20—23. Leukocyten.

Fig. 24—33. Kerne der rothen Blutkörperchen.

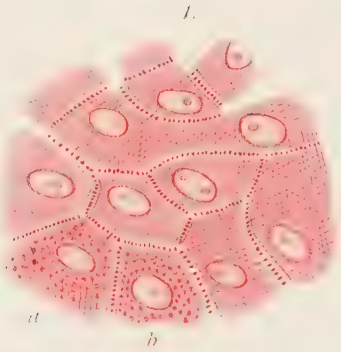
Fig. 34—35. Ganglienkerne aus dem Rückenmark des Salamanders, 36a, b aus dem Ganglion Gasseri vom Schaf.

Fig. 37—40. Sympathische Ganglienkerne vom Frosch. 41—43. Spinalganglienkerne vom Frosch.

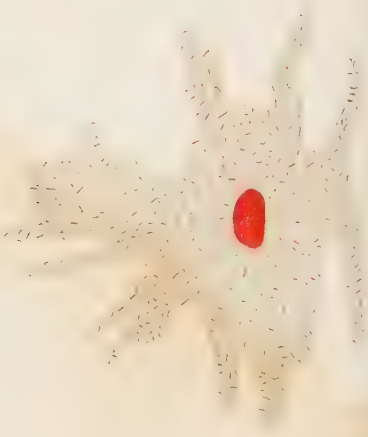
Fig. 44—52. Kerne aus der Milz der weissen Maus. 44 ruhende Kerne, ebenso 52. Die übrigen Mutter- und Tochter-Mitosen (Speichen oder Melonenformen) mit Dissociation und Reconstitution der Nucleolen.

Fig. 53. Pankreaskerne des Salamanders. 54. Niere. 55—58. Magen. 59—63. Spermatozoen. 64—70. Darmepithel.

Fig. 71—76. Kerne der quergestreiften Muskeln. 77—78. Kerne der Leberzellen.


1.
a
b

3.


4.

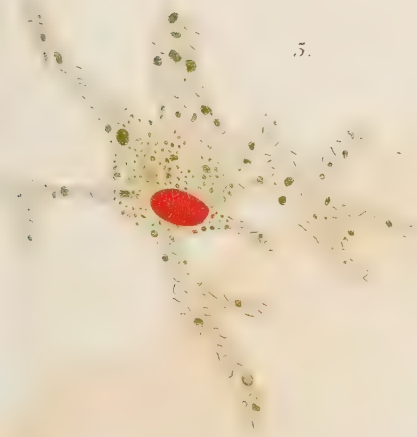
a
7.

a
8.

2.

Ia
h. hell
t. dunkel
t. dunkel
h. hell
Ib
IIa
h. dunkel
t. leuchtend
t. leuchtend
h. dunkel
IIb
IIIa
h. hell
t. leuchtend
t. dunkel
h. dunkel
IIIb
IVa
h. hell
t. leuchtend
t. leuchtend
h. hell
IVb

3.

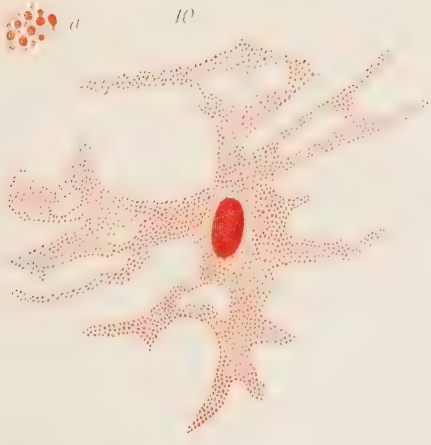


a

6.

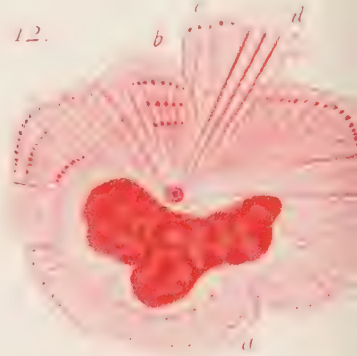
9.

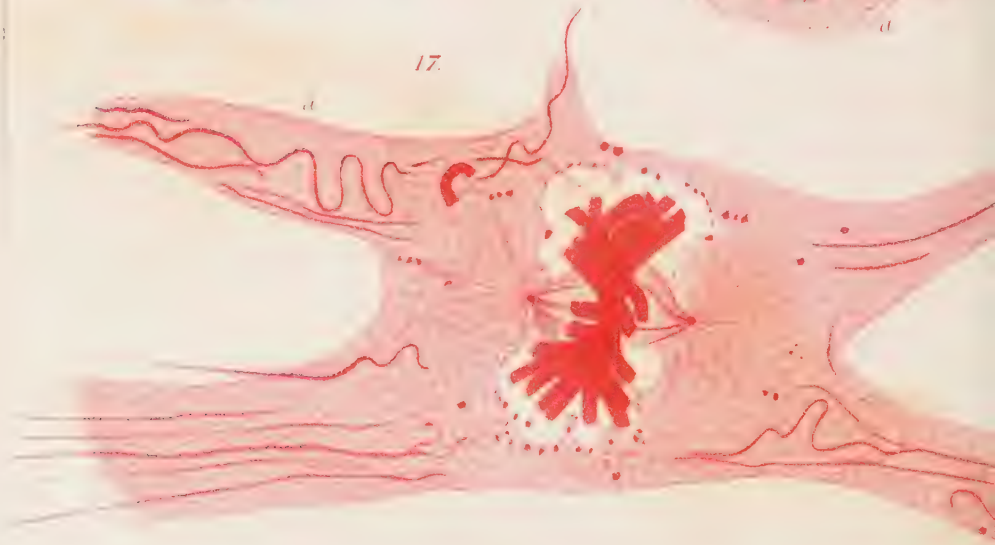
a


a

10.

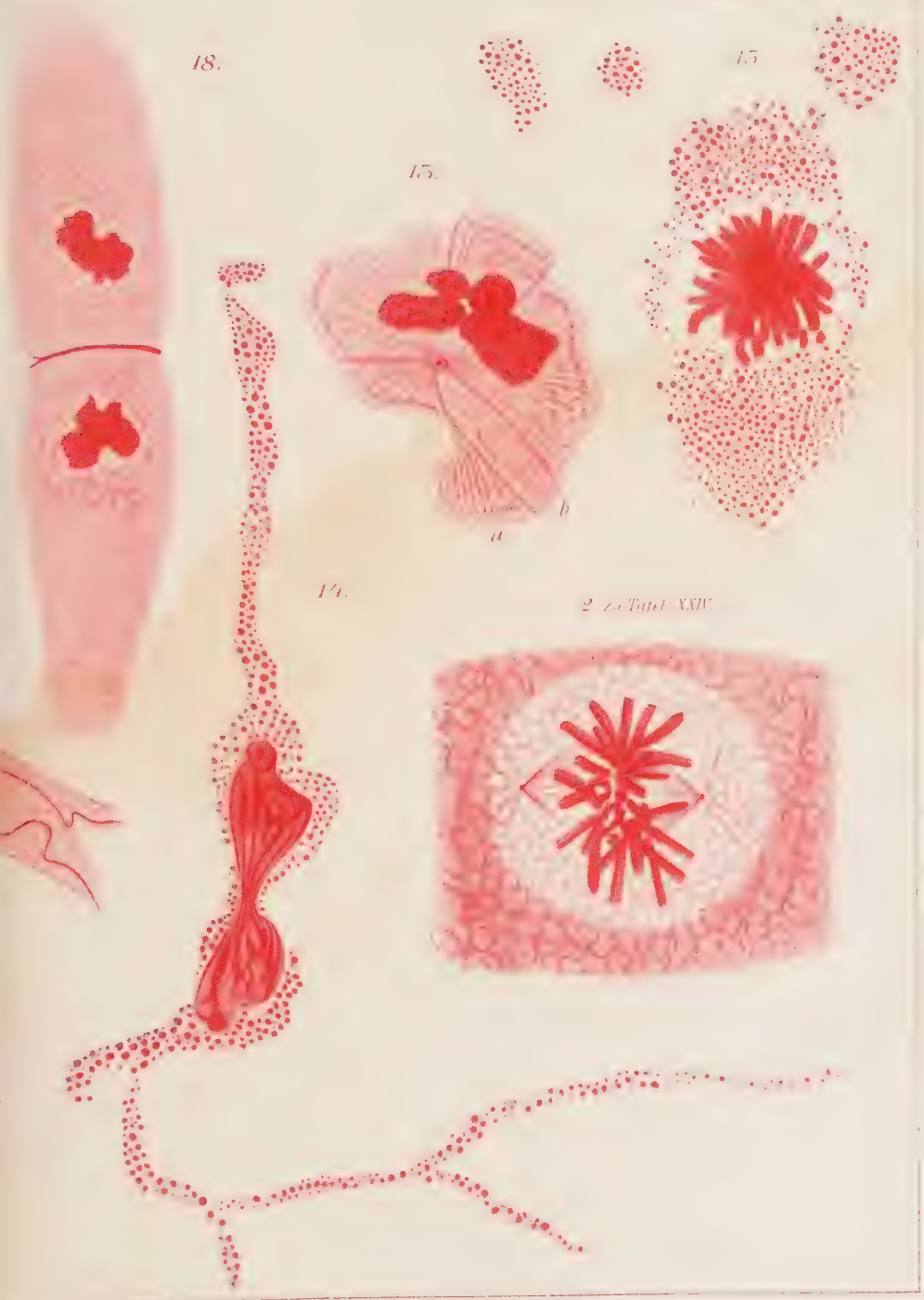
11.


12.
b
c
d
a

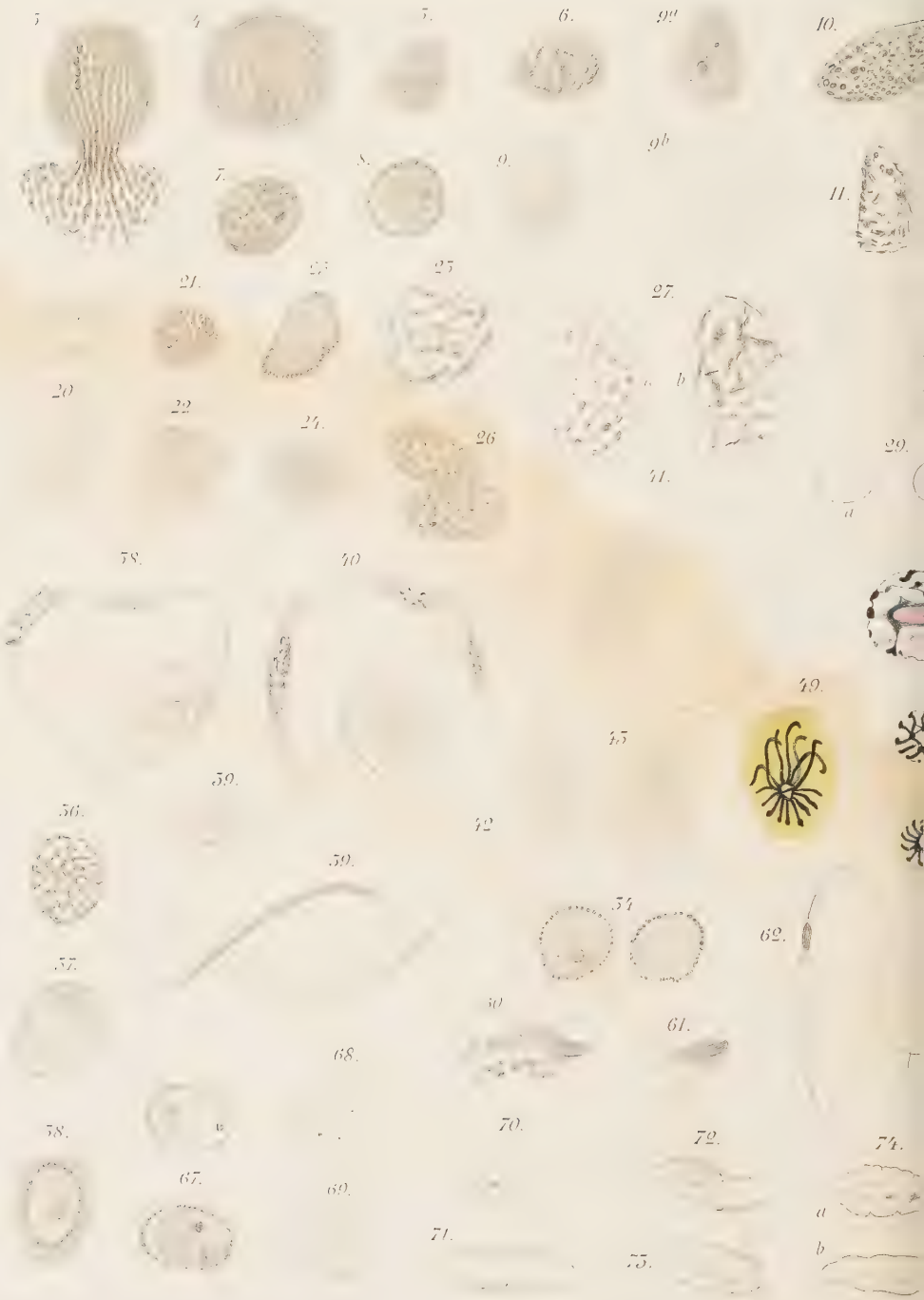

17.
a

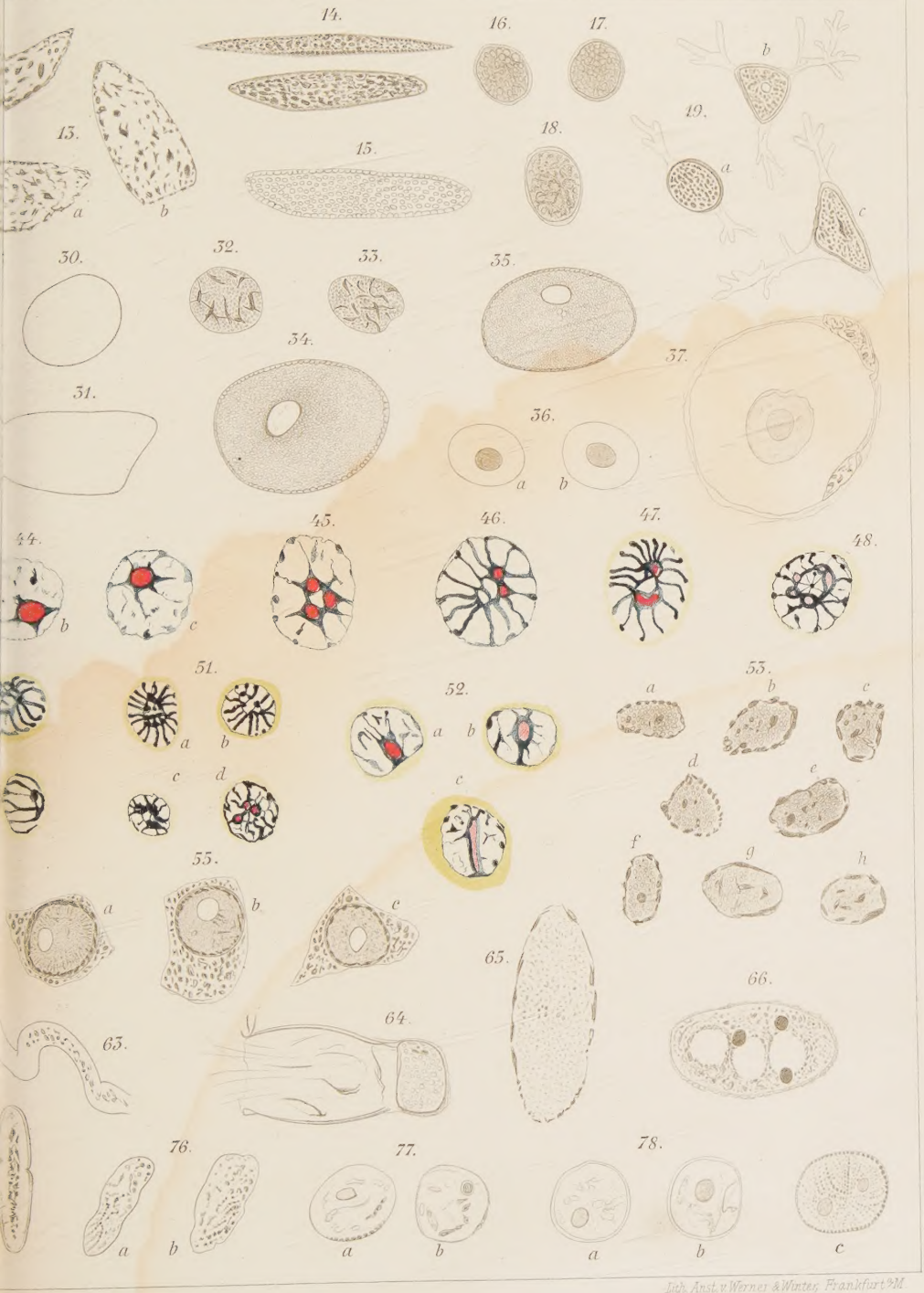
10.

1 zu Tafel XXIV



Lith. Anst. v. Werner & Winter. Frankfurt a/M.


5
4
5.
6.
9a
10.
9b
7.
8.
9.
11.
21.
23
25
27.
20
22
24.
26
b
29.
41.
a
38.
40
49.
45
39.
36.
42
39.
34
62.
37.
30
61.
68.
38.
70.
72.
74.
67.
69.
a
71.
b
73.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.